

低レベル廃棄物の海上輸送における放射線安全性の評価

原子力技術部

植木紘太郎 大橋厚人 成山展照

Evaluation of Radiation Safety in Sea Transport of Low Level Wastes

Nuclear Technology Division

K. Ueki, A. Ohashi and N.Nariyama

ABSTRACT

On-board experiments were carried out with a LLW (low level wastes) shipping vessel, the Seiei Maru, in which 2,880 LLW drums were loaded by 360 containers in six holds. The gamma-ray dose-equivalent rates were measured mainly on the hatch covers of the holds and also in the accommodation area with a scintillation survey meter. Furthermore, the gamma-ray doses were measured to estimate the contribution of the sky-shine on the quay when the Seiei Maru entered Mutsu Ogawara port. The most of the gamma-ray sources of the LLW were ^{137}Cs and ^{60}Co .

The continuous energy Monte Carlo code MCNP 4A with the next event surface crossing estimator was employed to analyze the measured gamma-ray dose-equivalent rates on the hatch covers of the holds. In order to give the gamma-ray source strength at every container in which 8 LLW drums were contained, sixty containers in a hold were modeled at every container in the present Monte Carlo analysis. This detailed model is called the heterogeneous model in this study. The homogenized model in which sixty containers were homogenized through the hold of the LLW source region was also taken up to compare the result with the heterogeneous model. The gamma-ray source strength was uniformly distributed in the homogenized region. The homogeneous model can be employed in the point kernel code QAD-CG, the one-dimensional transport code ANISN, and the two-dimensional code DOT 3.5. However, the heterogeneous model is difficult to calculate exactly except by the Monte Carlo method. In the QAD-CG code, the source geometry is able to model as precisely as the MCNP 4A, but the QAD-CG code is not able to give the source strength and energy spectrum at every container like the MCNP 4A.

The Monte Carlo calculations with the heterogeneous model produced fairly good agreement as compared with the measured dose-equivalent rates on the hatch covers. On the other hand, the analysis with the homogenized model overestimated the measured values by a factor of 2.25 to 7.5. The maximum dose-equivalent rate of $0.05 \mu\text{Sv}$ was observed in the navigation room, and the value is $1/36$ of the controlled value in Japan. The contribution of the sky-shine could not be estimated by the measurements. Accordingly, it was estimated by the Monte Carlo calculation. In consequence, the contribution of the sky-shine was approximately 11% of the gamma-ray dose-equivalent rate at 50-m-distance from the ship on the quay.

原稿受付 平成8年9月9日

審査済 平成8年12月11日

1. 緒言

今日、放射性物質の輸送は多岐にわたっている。使用済燃料の大半は「Pacific Pintail」等の英国船によって英、仏に輸送され、再処理されている。高レベル廃棄物はガラス固化されて返還され、青森県六ヶ所村の核燃料サイクル施設に保管される。使用済燃料の一部は「日の浦丸」によって国内輸送され、動燃の東海村にある再処理施設で再処理されている。原子力発電所の定期点検等で発生する低レベル廃棄物はセメントやコンクリートで固化され、ドラム缶に詰められて低レベル廃棄物運搬船「青栄丸」によって輸送され、同じく六ヶ所村の埋設施設に埋設される。

一方、将来、使用済燃料は国内で再処理し、核燃料サイクルを確立するとの方針に従い、現在六ヶ所村に再処理工場が建設中である。高燃焼度使用済燃料が輸送できる大型の専用船は1996年秋に完成予定している。原子力技術部ではこれら放射性物質の安全輸送、その中でも特に放射線遮蔽に関する研究を昭和51年以来、国立機関原子力試験研究費によって実施している。これまでの研究成果は文献（1～13）に集約されている。これらの成果は、国が行っている輸送に係る安全審査における参考資料として、また、輸送容器あるいは運搬船の遮蔽設計における基礎データとして活用されている。本研究もその一環であり、平成3年度から7年度までの5年間、「低レベル放射性物質の輸送に伴う放射線安全性の研究」と題して実施してきた成果を取りまとめたものである。本研究の主な成果を要約すると次のようになる。

- (1) 低レベル廃棄物運搬船「青栄丸」による実船実験を行い、船内及び船外において詳細なガンマ線線量当量率分布を測定した。
- (2) 実験結果をモンテカルロ法によって三次元的に解析し、モンテカルロ法が本船のような複雑でかつ大型のガンマ線を対象にした遮蔽体系に対しても十分適用することができ、しかも、信頼性の高い計算結果をもたらすことを実証した。
- (3) 実測した線量当量率が法令で定められた規制値に対し、十分な裕度があることを明らかにした。

運輸省令「危険物船舶運送及び貯蔵規則」（平成2年12月改正）の第91条の3、及び「船舶による放射性物質等の細目を定める告示」（平成2年11月改正）の第10条によると、セメント等で固化されてドラム缶に詰められた低レベル廃棄物（LLW：Low Level Wastes）は“低非放射性物質（LAS-II）”（固体）に該当し“IP-2型輸送物”として輸送されることになる。ここで、輸送物とは、放射性物質を収納する容器（ここではドラム缶）とその中に収納された放射性物質（ここではLLW固化体）が一体となった“物”を指す。また、同省令の第91条の16の2で、船倉等の表面においては2 mSv/hを超えず、かつ、表面から2 m離れた位置において100 μSv/hを超えてはならない、第91条の18では、居住区にお

ける線量当量率は1.8 μSv/hを超えてはならない、と定めている。

本研究の対象とするLLWは主に原子力発電所の定期検査や日常の保守を行う際に、作業員の着用した衣服、原子炉機器のクリーニングに用いたウエスや洗浄水、あるいは、床や壁の汚れを防ぐために使用されたビニールシート等が大半であり、それらに核分裂生成物の¹³⁷Csや放射化生成物の⁶⁰Co等が僅かに付着あるいは混在する。

2. 放射性物質運搬船とその放射線遮蔽の現状

我が国に関係した放射性物質を輸送する専用船としては以下のような船舶が就航している。船名および放射線遮蔽に関する概要を以下に述べる。

- (1) 「日の浦丸」我が国初の使用済燃料運搬船で1977年に就航。国内の使用済燃料を動燃の東海村にある再処理施設まで輸送している。総トン数1,300トンで3つの船倉があり、最大4基の輸送物を積載できる。ガンマ線の主な遮蔽体は船体構造物であり、中性子遮蔽はハッチカバーがポリエチレン、エンジンルームと船倉との間が水タンク、船倉側面も水タンクになっている。中性子およびガンマ線の遮蔽計算は、遮蔽計算を行った造船会社の所有する非公開であるため、本報告ではそのコード名を記載しないこととする。
- (2) 「Pacific Pintail」等 英国のPNTL船（Pacific Nuclear Transport Limited）日仏および日英間を使用済燃料あるいは高レベル返還廃棄物を輸送している。1979年から順次就航が始まり、現在5隻運航している。総トン数4,500から5,000トンで5つの船倉があり、最大24基の輸送物が積載できる。ガンマ線の主な遮蔽体は船体構造物であり、中性子遮蔽は、居住区に近い第5及び第4船倉のハッチカバーが普通コンクリート、エンジンルームと船倉との間が水タンクになっている。遮蔽設計コード：中性子およびガンマ線の透過ならびにスカイシャイン計算ともRANKARN
- (3) 「青栄丸」低レベル廃棄物運搬船で1991年に就航。国内の低レベル廃棄物を青森県六ヶ所村むつ小川原港まで輸送している。総トン数4,000トンで7つの船倉があり、最大3,072本のLLWドラム缶を積載できる。ガンマ線遮蔽は、全船倉のハッチカバー、居住区の前面及びエンジンルームと船倉との間も普通コンクリートである。船体構造物もガンマ線の遮蔽に寄与している。遮蔽設計コード：ガンマ線の透過計算 QAD-CG
：ガンマ線のスカイシャイン計算 G-33、ANISN、およびDOT3.5の

組み合わせ

- (4)「六栄丸」高燃焼度使用済燃料運搬船。国内の使用済燃料を青森県六ヶ所村むつ小川原港まで輸送する。1996年秋完成している。総トン数5,000トンで5つの船倉があり、最大20基の輸送物を積載できる。ガンマ線の遮蔽は主に船体構造物であり、中性子遮蔽は全船倉のハッチカバー、居住区の前面、及びエンジンルームと船倉との間が蛇紋岩コンクリートで、船倉の側面はポリエチレンになっている。

遮蔽設計コード：ガンマ線の透過計算 QAD-CG
 ：中性子の透過計算 DOT 3.5
 ：中性子およびガンマ線のスカイシャイン計算 MCNP 4 A

ここで注目すべき点は、高燃焼度使用済燃料運搬船の中性子およびガンマ線のスカイシャインを評価するために連続エネルギーモンテカルロコード MCNP 4 Aが使用されたことである。研究報告としては、筆者らが使用済燃料運搬船「Pacific Swan」による実船実験を行い、船内の中性子線量当量率分布をモンテカルロ法によって解析し、モンテカルロ法の信頼性を評価した研究があるが³⁾、これまで、メーカーが放射性物質運搬船の遮蔽設計の安全評価にその一部でもモンテカルロコードを使用した例はない。

以上(1)～(4)に掲げた放射性物質輸送専用船の放射線遮蔽設計あるいは安全評価に用いられた遮蔽計算コードについて、その特徴ならびに計算の対象となる事柄らについて概略を述べる。

- (i) QAD-CG¹⁴⁾ : 米国オークリッジ国立研究所で開発された点減衰核法による簡易計算コードであり、主にガンマ線の透過計算に用いられている。
- (ii) G-33¹⁵⁾ : 米国ロスアラモス国立研究所で開発された1回散乱点減衰核法による簡易計算コードであり、主にガンマ線のスカイシャインの計算に用いられる。
- (iii) RANKERN¹⁶⁾ : 英国 AEA (Atomic Energy Authority)で開発された点減衰核法による簡易計算コードであり、ガンマ線に対してはビルドアップ係数を、中性子に対しては除去断面積を用いることによって、透過計算、ストリーミング計算、およびスカイシャイン計算まで扱うことができる。「Pacific Swan」等のPNTL船には専らこのコードが使用されている。ただし、非公開コード

である。

- (iv) ANISN¹⁷⁾ : 米国オークリッジ国立研究所で開発された一次元多群輸送計算コードであり、中性子およびガンマ線の一次元遮蔽計算に広く使用されている。
- (v) DOT 3.5¹⁸⁾ : 米国オークリッジ国立研究所で開発された二次元多群輸送計算コードであり、中性子およびガンマ線の二次元遮蔽計算に広く使用されている。
- (vi) MCNP 4 A¹⁹⁾ : 米国ロスアラモス国立研究所で開発された連続エネルギーモンテカルロコードであり、中性子、ガンマ線および電子の遮蔽計算ができる。最近の計算環境の著しい進展に伴い、遮蔽設計にも使用されつつある。ワークステーションを用いると入力された幾何学的形状がディスプレイ上に表示され、入力ミスをチェックすることも、計算結果のグラフ化も容易にできる。
- (vii) ORIGEN 2²⁰⁾ : 米国オークリッジ国立研究所で開発された燃焼計算コード。使用済燃料の中性子やガンマ線の線源強度を原子炉型の違いや燃焼時間、冷却時間をパラメータにした計算を行い、遮蔽計算の線源条件を与える。

この他、当所で開発した使用済燃料輸送物周囲の線量当量率分布を計算する簡易計算コードQBF²¹⁾がある。QBFコードはパーソナルコンピュータ用に作られており、輸送物表面あるいは表面から1mにおける線量当量率を与えることによってその周囲の線量当量率を算出するという手法がとられている。

3. LLW運搬船「青栄丸」による実船実験

3.1 実船実験の概要

LLW運搬船「青栄丸」による実船実験は、平成5年12月に本船が東京電力福島第一原子力発電所から青森県六ヶ所村のむつ小川原港までの航海中、及び、むつ小川原港に入港時に岸壁上で行われた。本船には、360個のコンテナが第2～第7船倉に積載されていた。1個のコンテナには図1に示すような8本のLLWドラム缶が収納されている。1つの船倉にはこのコンテナを60個積載できる。第1船倉は空であった。本船の居住区、エンジンルーム、船倉等の配置は図2のようにになっている。

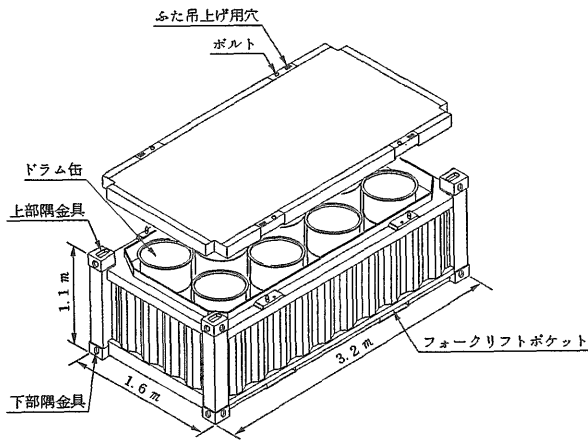


図1 LLW輸送コンテナ

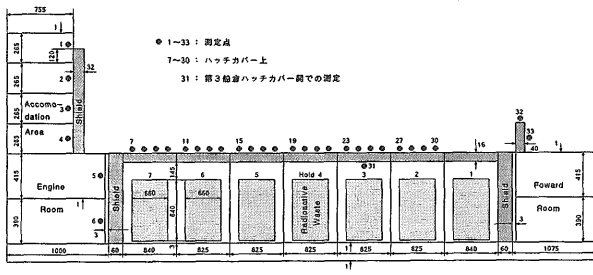


図2 低レベル廃棄物運搬船のモンテカルロ計算モデル (縦断面) (単位: cm)

個々のLLWドラム缶は 200 l の容積があり、セメント、コンクリート、プラスチック等で固化したLLWを収納することができるが、今回の実船実験では第2～第7船倉は全てコンクリートで固化したLLWドラム缶が積載されていた。LLWのガンマ線源の大半は¹³⁷Csと⁶⁰Coであり、その他、⁵⁸Coがあるが、これは、LLWを固化した時点で⁶⁰Coの最大10%以下であり、半減期も70.8日と短く、LLLWの輸送は、通常LLWが固化されてから5年以上経過しているのので、⁵⁸Coは無視することができる。表1は今回の輸送におけるガンマ線源強度を各船倉毎にまとめたものである。各船倉には480本のLLWドラム缶が積載されているが、それぞれの線源強度には大きな違いがある。

表1 各船倉ごとの低レベル廃棄物 (LLW) ガンマ線源強度 (¹³⁷Csおよび⁶⁰Co)

船倉	¹³⁷ Cs (photons/s)	⁶⁰ Co (photons/s)
No. 2	9.62 × 10 ¹⁰	4.2 × 10 ¹⁰
3	8.29 × 10 ¹⁰	4.2 × 10 ¹⁰
4	7.82 × 10 ¹⁰	4.1 × 10 ¹⁰
5	5.30 × 10 ¹⁰	4.6 × 10 ¹⁰
6	2.74 × 10 ¹⁰	6.2 × 10 ¹⁰
7	2.22 × 10 ¹⁰	4.4 × 10 ¹⁰

3.2 実船実験による線量当量率分布

本実船実験によるガンマの測定は主に第2～第7船倉のハッチカバー上で行い、詳細な線量当量率分布を得た。その他、居住区については操舵室、オーナーズルーム、エンジンルーム等において測定した。また、岸壁におけるガンマ線のスカイシャインの寄与を推定するため、むつ小川原港に入港時に本船から50m離れた岸壁上において、ハッチカバーが開と閉の状態でのガンマ線の測定を実施した。

本実験ではALOKA社製のシンチレーションサーベイメータを用いて線量当量率分布を測定した。測定精度はメーカーのカタログに記載されている±15%を採用し、測定値の誤差を評価した。このシンチレーションサーベイメータは検出器にヨウ化ナトリウム (NaI) を使っているため、0.1MeV付近で線量当量率を少し過大評価する。

本船における代表的な測定点とその点における線量当量率を図2および表2にそれぞれ示す。表2に示された測定点 (Dose Point) 7～30については、各点において、左舷から右舷にかけて5点測定した中での最大値を示している。

表2 測定された線量当量率。測定点 7～30の値はハッチカバー上 左舷 右舷の測定点5点の最大線量当量率である。

測定点	測定された線量当量率 (μSv/h)
1	0.05 ± 0.0075
2	0.045 ± 0.00675
3	0.045 ± 0.00675
4	0.025 ± 0.00375
5	0.025 ± 0.00375
6	0.02 ± 0.003
7	0.50 ± 0.075
8	0.82 ± 0.123
9	0.77 ± 0.1155
10	0.63 ± 0.0945
11	0.59 ± 0.0885
12	1.09 ± 0.1635
13	0.81 ± 0.1215
14	0.58 ± 0.087
15	0.58 ± 0.087
16	1.10 ± 0.165
17	1.17 ± 0.1755
18	0.92 ± 0.138
19	0.63 ± 0.0945
20	0.96 ± 0.144
21	0.78 ± 0.117
22	0.66 ± 0.099
23	0.40 ± 0.06
24	0.57 ± 0.085
25	1.00 ± 0.15
26	0.91 ± 0.1365
27	0.39 ± 0.0585
28	0.58 ± 0.087
29	0.83 ± 0.1245
30	0.75 ± 0.1125
31	19.7 ± 2.955
32	0.04 ± 0.006
33	0.01 ± 0.0015

すなわち、図3において、各ハッチカバー上でY軸(船首→船尾方向)方向については4点(Y=1, 3, 5, 7m)、X軸(左舷→右舷方向)方向には5点(X=1, 3, 5, 7, 9m)測定しているが、この5点の中の最大値である。例えば、表2において最大線量当量率を示すDose Point 17の1.17($\mu\text{Sv}/\text{h}$)は第5船倉の船首側からY=3mの測定ライン上にあるX軸方向の5点の中の最大値である。このように、各船倉のハッチカバー上では20点(Y軸方向4点、X軸方向5点)の測定を行っている。

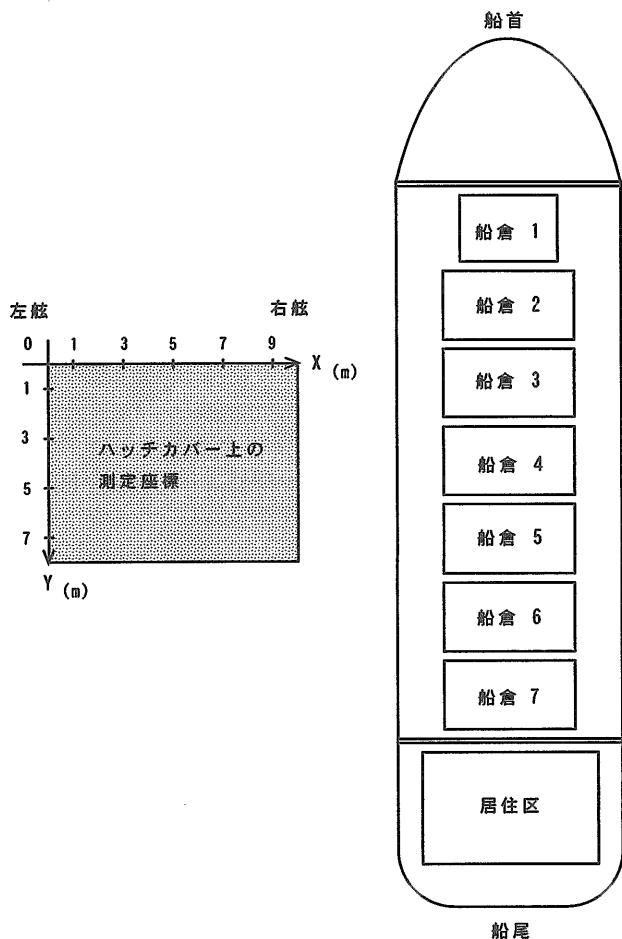


図3 低レベル放射性廃棄物運搬船「青栄丸」の船倉、居住区の配置およびハッチカバー上測定位置の座標を示す。

また、Dose Point31はむつ小川原港入港時に第3船倉のハッチカバーが開の状態測定したものである。測定は各点において3回行い、表2はその平均値を示したもので、バックグラウンドとして $0.03\mu\text{Sv}/\text{h}$ が差し引かれている。図4～図9はそれぞれ第2～第7船倉ハッチカバー上のガンマ線線量当量率分布を等高線で表している。

HOLD No. 2

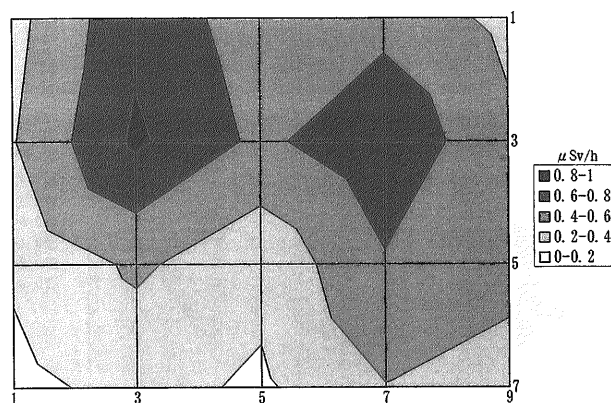


図4 第2船倉ハッチカバー上の線量当量率分布

HOLD No. 3

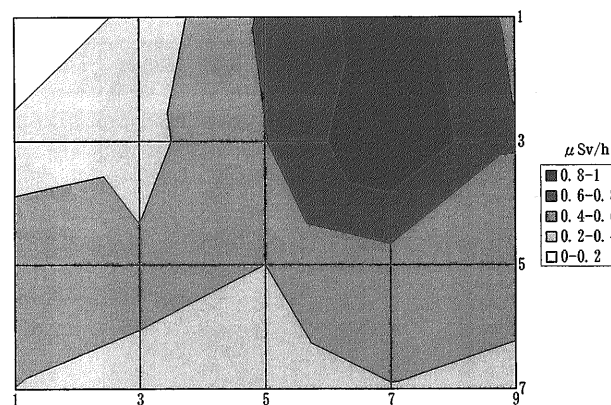


図5 第3船倉ハッチカバー上の線量当量率分布

HOLD No. 4

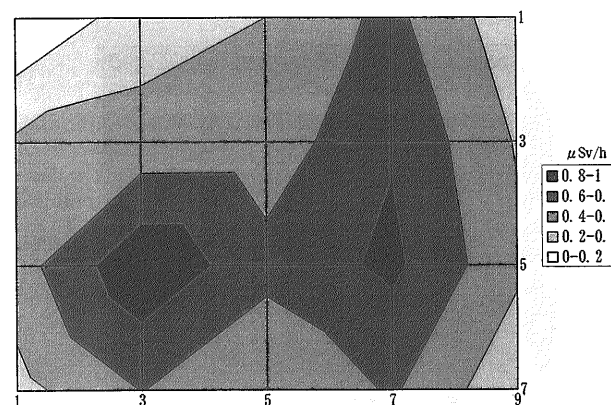


図6 第4船倉ハッチカバー上の線量当量率分布

HOLD No. 5

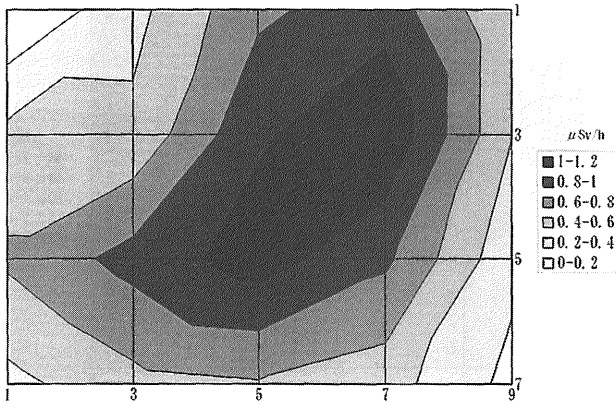


図7 第5船倉ハッチカバー上の線量当量率分布

HOLD No. 6

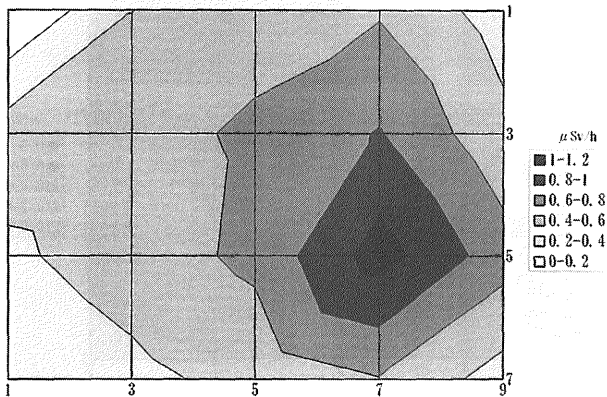


図8 第6船倉ハッチカバー上の線量当量率分布

HOLD No. 7

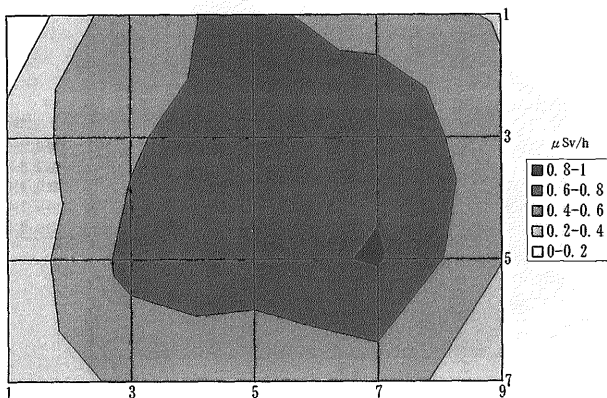


図9 第7船倉ハッチカバー上の線量当量率分布

これを見ると、 $1 \mu\text{Sv/h}$ を超える所は、第5船倉と第6船倉の一部である。しかし、等高線の様子は船倉毎にまちまちであり、ドラム缶毎にかなり異なったガンマ線源強度になっていることが分かる。この等高線は、各ハッチカバー上で測定された20点の値を基に、直線内挿したものである。

本船のハッチカバーの大きさは縦7.4m×横9.7mで、厚さ1cmの鋼板に厚さ16cmの普通コンクリートがサンドイッチされた遮蔽構造になっている。表2を見ると、第3船倉のハッチカバーの下ではDose Point31で $19.7 \mu\text{Sv/h}$ であるのに対し、ハッチカバーの上では、Dose Point25で $1.0 \mu\text{Sv/h}$ になっている。従って、ハッチカバーの遮蔽効果によって、ガンマ線の線量当量率が約 $1/20$ に低減していることになる。また、居住区の前面(船首側)も厚さ1cmの鋼板に厚さ32cmの普通コンクリートがサンドイッチされた遮蔽構造になっており、操舵室を除いて先首側には窓がない。そのため、表2から分かるように、居住区における線量当量率は操舵室の $0.05 \mu\text{Sv/h}$ が最高であり、非常に低い線量当量率になっている。また、むつ小川原港の岩壁上で本船から50m離れた位置で測定した値は、ハッチカバーが開と閉の状態ではほとんど差がなく、しかも、バックグラウンドを差し引くと 0.01 から $0.03 \mu\text{Sv/h}$ であった。この値からだけではスカイシャインがどれだけ寄与しているかを判別することは出来ない。そこで、岸壁上におけるスカイシャインの寄与については、モンテカルロ計算によって推定する事とした。

4. 実船実験の解析

4.1 解析モデル

実船実験の解析には連続エネルギーモンテカルロコードMCNP4Aを用いて行った。本研究では、モンテカルロコードの特長を十分引き出すため、従来、簡易計算コードQAD、1次元輸送計算コードANISN、あるいは2次元輸送計算コードDOT3.5で計算するとき用いられる、1つの船倉に積載されている図1に示したようなコンテナ60個を1つの均質な線源領域とする均質モデル、及び、図10に示すように1個のコンテナに収納されている8本のドラム缶を4本ずつ2つのブロックに分け、コンテナの形状もほぼ正確にモデル化してコンテナ単位で線源強度を与えるという非均質詳細モデルによる二通りの解析を実施し、モデル化の相違がどの程度計算結果に影響するかについて検討した。

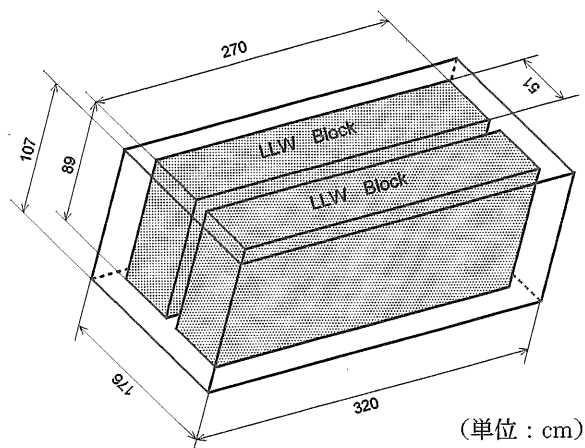


図10 船倉内のLLW線源領域を非均質モデルにした場合のLLWコンテナのモデル図
4個のLLWドラム缶を1つのLLWブロック(コンクリート)にモデル化

従来の均質船倉モデルを図11に、本研究によるコンテナ単位の非均質詳細船倉モデルを図12にそれぞれ示す。

(1) 均質線源モデル(図11)

- (i) LLWガンマ線源は $660 \times 880 \times 640$ cmの均質領域に一樣に分布する。
- (ii) 線源領域はコンクリート固化体、固化体周囲の空気およびドラム缶やコンテナの鋼材等を均質化した密度 0.612 g/cm^3 の物質。コンクリート固化体そのものの密度は 2.2 g/cm^3 。

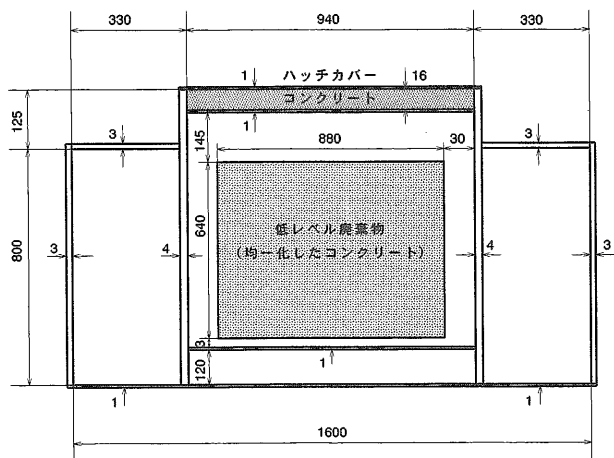


図11 船倉内の低レベル廃棄物積載領域を均一化したモンテカルロ計算モデル(横断面)(単位: cm)

(2) 非均質線源モデル(図12)

- (i) LLWガンマ線源は図10に示すように4本のLLW固化体ドラム缶をモデル化した空気層を含む $270 \times 51 \times 89$ cm均質領域に一樣に分布する。この線源領域の密度は4本のLLWドラム缶を均質化

したもので、 1.69 g/cm^3 になる。

- (ii) コンテナは $320 \times 176 \times 107$ cmで0.16cm厚の鋼板製とした。この中に4本1単位のLLWブロック2個を収納するモデルになっている。
- (iii) 線源強度はコンテナ単位で与えるので、1つのコンテナを形成する2個のLLWブロックはそれぞれ同じ線源強度になるが、1つの船倉を形成する60個のコンテナはそれぞれ異なった線源強度が与えられることになる。

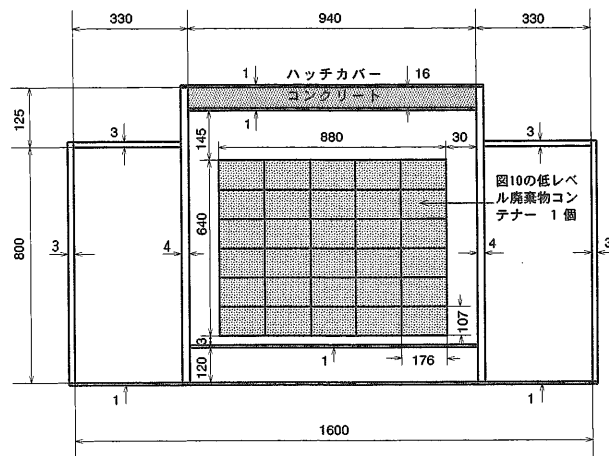


図12 船倉内の低レベル廃棄物積載領域を非均一化したモンテカルロ計算モデル(横断面)(単位: cm)

4.2 計算コードの改良

モンテカルロ計算そのものは、乱数を用いて個々の粒子の飛跡をランダムに追跡するものである。従って、モンテカルロ計算の過程において、ある検出器位置における粒子のフルエンスを求めようとする、評価子(estimator or tally)を用い、粒子が検出器に寄与する量を計算する必要がある。評価子としては衝突密度評価子(collusion density estimator)、飛程長評価子(track length estimator)、表面交差評価子(surface crossing estimator)、次期面交差評価子(next event surface crossing estimator: NESXE)、点検出器評価子(point detector estimator)等がある。この内、多くの場合、次期面交差評価子が最も計算精度が良いとされているが、MCNP 4 Aコードにはこの評価子が用意されていない。そこで、本研究に於いては、MCNP 4 Aコードの点検出器評価子として作られているサブルーチンTALLYDを次期面交差評価子用に改訂して使用した。NESXEとは、次のような評価子である。フルエンスを求めようとする面積をA、単位方向ベクトルを Ω 、粒子が面と交差する点においてその面に立てた法線ベクトルを \mathbf{n} 、粒子の衝突点から面を交差する点までの距離を η (平均自由行程: mean free path単位で表した距離)、粒子の重みをWとすると、NESXEでは1回の衝突によ

るフルエンスへの寄与 Φ は、衝突して現出した粒子がその面の方向を向いていれば、次式によって求められる。

$$\Phi = W \exp(-\eta) / (|\mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\Omega}| \cdot A)$$

ここで、 $|\mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\Omega}|$ が0に近づくとき、 $\Phi \rightarrow \infty$ になるので、これを回避するため、

$$|\mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\Omega}| \leq 0.01 \text{ になったときは、} |\mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\Omega}| = 0.05$$

のようにする方法がとられている。

現出した粒子がその面の方向を向いていなければ、 $\Phi = 0$ である。図13にNESXEの概念を示す。

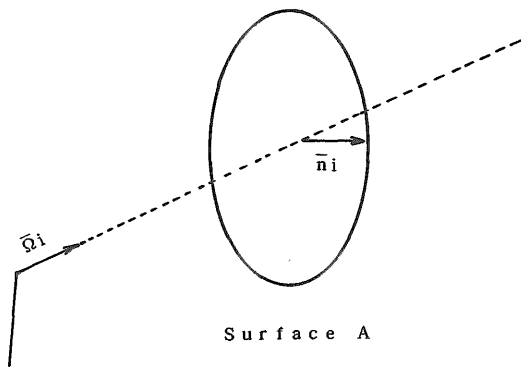


図13 NESXE (Next Event Surface Crossing Estimator) の概念図

Appendix 1にMCNP 4 Aの Point Detector Estimator用に作られているサブルーチン TALLYDをNext Event Surface Crossing Estimator用に改訂したTALLYDを示す。この例は、ディスク型検出器をZ軸に対し垂直に設置した場合に適用するものであり、この他、リング型検出器、方形検出器、楕円検出器等がそれぞれX、Y、Z軸に垂直に設置した場合について、それぞれ用意している。

5. 実験と解析との比較検討

第4船倉ハッチカバー上の測定値とモンテカルロコードMCNP 4 Aによる解析結果との比較を図14、15に示す。図14は第4船倉ハッチカバー上で船首側から3m離れた測定ライン上の物であり、図15は同じく船首側から5m離れた測定ライン上の物である。MCNP 4 Aで新たに組み込んだ NESXE 用のサブルーチンTALLYDを用いることにより、効率の良いモンテカルロ計算ができ、モンテカルロ計算精度の指標となる相対的標準偏差 (FSD: Fractional Standard Deviation) も全ての計算点において10%以下を達成することができ、信頼性の高い解析値が得られた。計算時間はHP755ワークステーションで各ケースとも500分であった。

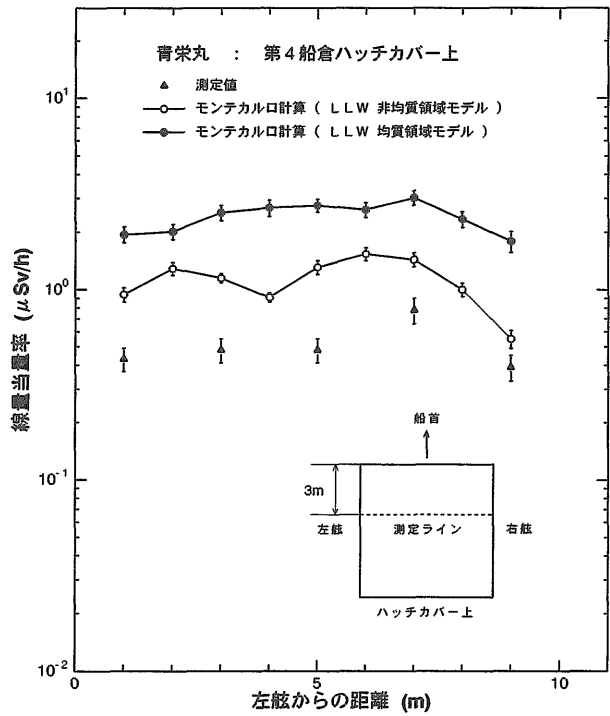


図14 「青栄丸」第4船倉ハッチカバー上におけるガンマ線線量当量率分布のモンテカルロ計算と実験との比較を示す。測定位置は船首側から3m離れたライン上である。

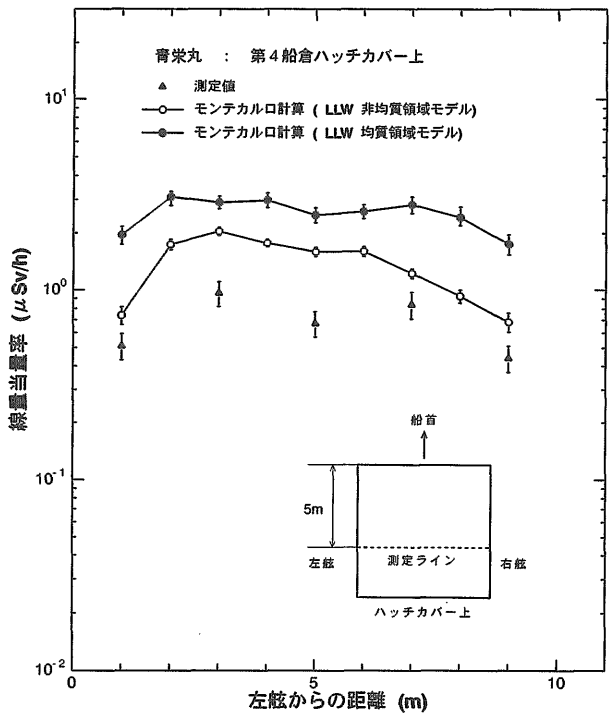


図15 「青栄丸」第4船倉ハッチカバー上におけるガンマ線線量当量率分布のモンテカルロ計算と実験との比較を示す。測定位置は船首側から5m離れたライン上である。

実験値と比較してみると、4本のLLW固化体ブロック毎に線源強度を与えた非均質詳細モデルでも測定値を1.5~2.5倍程度過大評価している。これは、LLW固化体毎の線源強度については原子力発電所側から与えられ値を用いているが、この放射性同位元素の量は廃棄体の埋設基準に係わる値なので、一般に安全側(実際よりも大きい値)になっている。この実際よりも安全側の値を採用したことにより、計算結果が過大評価になったものと考えられる。しかし、線量当量率の分布については左舷および右舷側で低くまたハッチカバーの中央部付近でもやや低い値を示す等、定性的には実験と同じような傾向を示している。

一方、1つの船倉のLLWを全て均質化した均質モデルについては、非均質モデルよりもさらに1.5~3倍程度高い線量当量率を示している。従って、実験値に対しては2.25~7.5倍程度高い値になる。この過大評価になる要因としては次の2点が考えられる。

- (1) LLW固化体周囲の空気の部分等も均質化するので(LLW固化体は 2.2 g/cm^3 のコンクリート→均質層は 0.612 g/cm^3 の混合物)、ガンマ線がそれだけ透過しやすくなる。
- (2) 60個のコンテナの占める領域の体積を保存して均質化するので、実際よりもハッチカバーに近い位置からガンマ線が発生することになる。

以上の2点を考慮すると、図14、15の計算モデルの違いによる計算結果の相違は妥当なものと考えられる。

本解析では4本のLLW固化体ドラム缶を1つのブロックにまとめたが、入力データが膨大になり、かつ煩雑になることをいとわなければ、ドラム缶1本ずつ(1つの船倉でも480本積載)モデル化し、それぞれに線源強度を与えた計算も可能である。本研究では個々のドラム缶毎の線源強度の関するデータは入手しているが、実際の積載では、図1に示すようなコンテナのどの位置にどのコンテナを積み付けるかは特定しない。従って、ドラム缶毎に線源強度とを与える計算法はここではとれない。

Appendix 2に、Appendix 1で示したNEXSE用のサブルーチンTALLYDを用い、本船の第4船倉ハッチカバー上のガンマ線線量当量率を計算するための入力データを示す。これは、非均質詳細線源モデルの例である。第4船倉中のLLWガンマ線源強度は、 ^{137}Cs が 7.32×10^{10} (photons/s)、 ^{60}Co が 4.1×10^{10} (photons/s)である。なお、MCNP 4 Aコードの一般的な説明は文献(19)を参照のこと。

6. スカイシャインの推定

スカイシャインとは、地上に置かれた線源(ガンマ線や中性子等の発生源、アイソトープばかりでなく、原子炉、粒子加速器、使用済燃料再処理施設及び貯蔵施設、放射性物質輸送容器および運搬船、等がある)から放射線が大気中に放出され、空気中の窒素や酸素原子と衝突

し散乱して再び地上に降り注ぐ現象を言う。一般に、線源の近くでは線源から直接透過してくる放射線の寄与が支配的になるが、線源から離れるに従ってスカイシャインの寄与が大きくなるとされている。

本研究では、本船から50m離れた岸壁上でスカイシャインの寄与を推定するための測定をしているので、モンテカルロ計算でも同地点での寄与を推定した。コンテナの陸揚げは一船倉ずつ行われるので、モンテカルロ計算でも1つの船倉のハッチカバーが開の状態をモデル化し、本船を中心に半径500mの上半球を空気とした場合と真空にした場合の計算を行い、その差(空気-真空)をとってスカイシャインの寄与とした。下半球には船体や岸壁がモデル化されている。

計算結果から、本船から50m離れた岸壁上でスカイシャインの寄与は全体の線量当量率の11%になるという結果が得られたが、この11%という値は比較的小さい。これは線源から放出されたガンマ線が空気中で散乱され、再び地上に降り注ぐためには、大角度のコンプトン散乱をするので、ガンマ線のエネルギーが大きく減少し、線量当量率に対する寄与が相対的に小さくなることによるものと考えられる。しかし、さらに離れた地点では、スカイシャインの寄与は相対的にもう少し大きくなるものと推定される。

7. 結論

本研究から以下のような知見を得ることができた。

1. 連続エネルギーモンテカルロコードMCNP 4 Aを用いることにより、船体構造の三次元モデルはもとより、LLWの線源強度分布を8本の固化体(ドラム缶)を収納したコンテナ毎に与えた詳細な遮蔽解析ができた。また、評価子(estimator)としてNESXEをMCNP 4 Aに組み入れ、計算効率の向上を図った。その結果、現実的な計算時間(ワークステーションで1ケースにつき500分)で、全ての計算点における相対標準偏差が10%以下を達成することができた。
2. 第4船倉ハッチカバー上の測定とモンテカルロ計算とを比較すると、コンテナ毎にLLWの線源強度を与えた非均質詳細モデル計算では実験値を1.5~2.5倍程度過大評価した。しかし、線量当量率の分布については左舷および右舷側で低い値を示し、また、ハッチカバーの中央部付近でもやや線量率が低くなっている等、定性的には実験と同じような傾向を示した。LLW固化体の線源強度については原子力発電所側から与えられた値を用いているが、この放射性同位元素の量は廃棄体の埋設基準に係わる値なので、一般に安全側(実際よりも大きい値)になっている。この実際よりも案線側の値を採用したことによって、計算結果が過大評価になったものと考えられる。

従来の簡易計算コードQADや次元(ANISN)、

二次元 (DOT) 輸送計算コードでは1つの船倉に積載される60個のコンテナ (ドラム缶にして480本) を1つの均質な線源領域にしているが、このようなモデルについて同じモンテカルロコードMCNP 4 Aでも計算してみると詳細な計算モデルと比較し、さらに1.5~3倍程度高い線量当量率分布を示した。従って、従来の均質線源モデルでは実測値に対し2.25~7.5倍高い値を示すことになる。

3. 本実験船実験および詳細モデルによるモンテカルロ解析結果から、ハッチカバ上にけるガンマ線線量当量率は最大でも $3 \mu\text{Sv/h}$ を越えないものと判断できるので、規制値 $2,000 \mu\text{Sv/h}$ をはるかに下廻っている。また、居住区における最大線量当量率も操舵室で $0.05 \mu\text{Sv/h}$ であり、これも規制値 $1.8 \mu\text{Sv/h}$ に対し安全裕度 (規制値/計算値あるいは実測値) が36あることになる。したがって本船は放射線遮蔽の観点から十分安全な設計になっていることが実証できた。

また、本船から50m離れた岸壁上におけるスカイシャインの寄与は、モンテカルロ計算により、全体の線量当量率の11%と比較的小さいことが分かった。

4. 本実験から、船倉のハッチカバーの遮蔽構造によって線量当量率が $1/20$ に低減することが明らかになったが、この値は、LLWのガンマ線源をすべて ^{60}Co と仮定した本船の遮蔽設計値である $1/10$ のさらに $1/2$ になっている。従って、ハッチカバーの遮蔽設計値にはファクター2の安全裕度があることになる。
5. 本研究の総括として、近い将来、高速のワークステーションを利用したモンテカルロ計算を行うことによって、本船のような放射性物質運搬船の遮蔽設計がより合理的に、かつ、より経済的にできるとの見通しがついた。

謝 辞

「青栄丸」による実験船実験に際しては、原燃輸送(株)ならびに東京電力(株)の関係各位から多大の協力とデータを得、実施することが出来た。ここに深く謝意を表します。

参考文献

1. K. Ueki, "Three-Dimensional Neutron Streaming Calculations Using the Monte Carlo Coupling Technique," Nucl. Sci. Eng., 79, 353-264(1981).
2. K. Ueki, M. Inoue, and Y. Maki, "Validity of the Monte Carlo Method for Shielding Analysis of a Spent-Fuel Shipping Cask : Comparison with Experiments," Nucl. Sci. Eng., 84, 271-284(1983).
3. K. Ueki, Y. Namito, and T. Fuse, "Measurement of Dose Rates and Monte Carlo Analysis of Neutrons in a Spent-Fuel Shipping Cask," Nucl. Technol., 74, 164-175(1986).
4. K. Ueki and Y. Namito, "Optimum Arrangement of the Neutron Dose Rate of an Iron-Polyethylene Shielding System," Nucl. Sci. Eng., 96, 30-38 (1987).
5. K. Ueki and Y. Namito, "Optimum Arrangement to Minimize Total Dose Rate of Iron-Polyethylene Shielding System," Nucl. Sci. Technol., 26, 411-421 (1989).
6. Y. Namito and K. Ueki, "Gamma-Ray Transport Calculation Including Bremsstrahlung by Monte Carlo Code MORSE," Nucl. Sci. Technol., 28, 695-706(1991).
7. K. Ueki, A. Ohashi and M. Kawai, "Continuous Monte Carlo Analysis of Neutron Shielding Benchmark Experiments with Cross Sections in JEND L-3," Nucl. Sci. Technol, 30, 339-357(1993).
8. K. Ueki, "Application of the Monte Carlo Method for Neutron Shielding Analysis of Transport Casks," Inter. J. Radioactive Materials Transport, 1, 169-186 (1990).
9. 山路 昭雄 他, "複数個の輸送容器を使用済燃料輸送船内の放射線量率分布測定," 船舶技術研究所報告、第19巻 第5号 (昭和57年)。
10. 植木 紘太郎, "乾式キャスクを積載した使用済燃料輸送船の線量率分布測定," 船舶技術研究所報告、第20巻 第2号 (昭和58年)。
11. 植木 紘太郎, "モンテカルロ法による大型遮蔽体系の中性子ストリーミング解析法の研究," 船舶技術研究所報告、別冊第7号 (昭和58年)。
12. 植木紘太郎 他, "返還廃棄物の安全輸送に関する検討," 第28基準研究部会 放射性物質の安全輸送基準に関する調査研究総合報告書, 日本造船研究協会 (1990)。
13. K. Ueki, et al., "Systematic Evaluation of Neutron Shielding Effects for Materials," Nucl. Sci. Eng., 124, 455-464 (1996).
14. W. C. Hopkins, et al., "QAD- CG a Combinatorial Geometry Version of QAD- P5A, a Point Kernel Code for Neutron and Gamma-Ray Shielding Calculations," Oak Ridge National Laboratory, CCC- 307 (July, 1977).
15. R. E. Malenfant, "G-33 : A General Purpose Gamma-Ray Scattering Program," Los Alamos Scientific Laboratory, LA- 5176 (1973).
16. P. C. Miller, "RANKERN A Point Kernel Integration Code for Complicated Geometry Problems," Proc. Sixth International Conference on Radiation Shielding, Tokyo (1983).

17. W. W. Engle. Jr., et al., "A Users Manual for ANISN, a One Dimensional Discrete Ordinates Transport Code with Anisotropic Scattering," K-1963 (1967).
18. W. A. Rhodes and F. R. Mynatt, "The DOT-III Two-Dimensional Discrete Ordinate Transport Code," ORNL-TM-4280 (1973).
19. J. F. Briesmeister, Editor, "MCNPTM-A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 4A," Los Alamos National Laboratory, LA-12625-M (1993).
20. A. G. Croff, "A User's Manual for ORIGEN 2 Computer Code," Oakridge National Laboratory, ORNL/TM-7175 (1980).
21. H. Yamakoshi, "Simulation of Radiation Dose Rate Distributions around Casks in Ships and Vehicles by Using QBF Code for PC- 9801 Computer," PATRAM '92, Tokyo (1992).

APPENDIX 1

MCNP 4AコードのPoint Detector Estimator用に
作られているサブルーチン
TALLYDをNESXE (Next Event Surface Crossing
Estimator)用に改訂した。

```

subroutine tallyd
c subroutine tallyd/nexxe
c tally contributions to detectors.
c
c next event surface crossing estimator was
c built in by K. UEKI of ship research institute
c in june 1, 1994
c
c implicit double precision (a-h,o-z)
c
c code name and version number.
c character kod*8,ver*5
c parameter (kod='mcnp',ver='4a')
c
c processor-dependent named constants.
c mdas is the initial size of dynamically allocated storage.
c on systems where memory adjustment is not available, set mdas
c large enough for your biggest problem.
c parameter (mdas=20808)
c parameter (ndp2=2,huge=1d37)
c
c array dimensions. i/o unit numbers. general constants.
c parameter (maxf=16,maxi=34,maxv=19,maxw=3,mcoh=55,mcpu=32,minc=21,
1 mink=200,mipt=3,mjsf=9,mkft=9,mktc=22,mlgc=100,mpb=5,mpng=21,
2 mseb=301,mspare=3,mtop=49,mwng=25,mxdt=1000,mxdx=5,mxlv=10,
3 nbmx=100,ncolor=10,ndef=14,novr=5,nptr=13,nsp=602,nsp12=nsp+12,
4 ntp=201,nspt=nsp+ntp+7,iui=31,iuo=32,iur=33,iux=34,iud=35,iub=60,
5 iup=37,ius=38,iu1=39,iu2=40,iusw=41,iusr=42,iusc=43,iuc=44,
6 iut=45,iuz=46,iuk=47,iu3=48,iu4=49,iupw=50,iupc=51,
7 aneut=1.008664967d0,avogad=6.022043446928244d23,
8 avgdn=1.d-24*avogad/aneut,dfdmp=-15.,dftint=100.,
9 fscon=137.0393d0,hsll=1.e-30,one=1.d0,pie=3.1415926535898d0,
9 planck=4.135732d-13,slite=299.7925d0,third=one/3.d0,zero=0.)
c
c -----
c
c common /tables/ ebl(16),gpt(mipt),qfiss(23),rkt(mtop),talb(8,2),
1 vco(mcoh),vic(minc),wco(mcoh),
2 jrwb(16,mipt),jsf(mjsf),mfiss(22),nvs(maxv),itty,jtty
c
c character common -- character variables and arrays.
c character aid*80,aid1*80,aids*80,ched*10,exms*80,hbln(maxv,2)*3,
1 hblw(maxw)*3,hcs(2)*7,hdpath*80,hdpth*80,hft(mkft)*3,hfu(2)*11,
2 hip*(mipt),hmes*69,hnp(mipt)*8,hovr*8,hsd(2)*10,hsup*6,ibin*8,
3 idtm*19,idtms*19,ilbl(8)*8,iname*8,klin*80,kods*8,ksf(29)*3,
4 loddatt*8,lods*8,msub(ndef)*8,probid*19,probs*19,rfq(11)*57,
5 ufil(3,6)*11,vers*5
c common /charcm/ aid,aid1,aids,ched,exms,hbln,hblw,hcs,hdpath,
1 hdpth,hft,hfu,hip,hmes,hnp,hovr,hsd,hsup,ibin,idtm,idtms,ilbl,
2 iname,klin,kods,ksf,loddatt,lods,msub,probid,probs,rfq,ufil,vers
c isub: names of files
c character*8 inp,oupt,runtpe,mctal,wssa,ptrac,comout,srctp,plotm,
1 rssa,xsdir,com,dumnl,dumn2,isub(ndef)
c common /charcm/ inp,oupt,runtpe,mctal,wssa,ptrac,comout,srctp,
1 plotm,rssa,xsdir,com,dumnl,dumn2
c equivalence (isub,inp)
c
c -----
c
c whole-block declarations.
c parameter (nfixcm=maxi+3*maxv+mtop+mipt*(24+mxdt+7*mxdx)+nsp+78,
1 lfixcm=3*mxdt+mink+11*mipt+2*maxv+2*maxf+255)
c dimension gfixcm(nfixcm),jfixcm(lfixcm)
c equivalence (bbrem,gfixcm),(ibad,jfixcm)
c parameter (nvarcm=102*mipt+203,lvarcm=mipt*(1+8*mxdx)+mcpu+326)
c dimension gvarcm(nvarcm),jvarcm(lvarcm)
c equivalence (cpk,gvarcm),(idum,jvarcm)
c parameter (nephcm=29,lephcm=nptr+novr+ncolor+59)
c dimension gephcm(nephcm),jephcm(lephcm)
c equivalence (cp0,gephcm),(ichan,jephcm)
c logical lockl
c
c ***** statically allocated common *****
c
c fixed common -- constant after the problem is initiated.
c common /fixcom/ bbrem(mtop),bcw(2,3),bnum,calph(maxi),
1 ddx(mipt,mxdt),ddx(mipt,2,mxdx),dxw(mipt,3),dxc(mipt,5,mxdx),
1 ecf(mipt),efac,emcf(mipt),emx(mipt),enum,espl(mipt,10),fnw,rin,
2 hsb(nsp),
2 rssp,rnok,rnfb,rnfs,rngb,rngs,rnmult,snit,svr(3,maxv),
2 tco(mipt),thgf(0:50),wcl(mipt),wc2(mipt),wvg(7),wvp(mipt,5),
3 zfixcm,
3 ibad,icw,idefv(maxv),ides,idrc(mxdt),ifft,igm,igw,ikz,img,imt,
4 indt,ink(mink),iphot,iplt,ipty(mipt),isb,issw,istrg,

```

```

4 ivdd(maxf), ivdis(maxv), ivord(maxf), jgm(mipt), jtlx, junf, kf8, kfl,
5 knods, knrm, kpt(mipt), ktls, kufil(2,6), ldr, lfcgd, lfcjd,
5 locdt(2, mxdt), lvcgd, lvcjd, lxs, mbnk, mcal, mct, mgegbt(mipt),
6 mgm(mipt+1), mgww(mipt+1), mix, mjss, mla j, mlja, mrkp, mrl, msd, msrk,
7 mtasks, nlat, nsr,
6 mww(mipt+1), mxa, mxafs, mxel, mxj, mxtr, mxcs, ndet(mipt),
7 ndnd, ndtt, ndx(mipt), nee, ngww(mipt), nhb, niir, nilw, nips, niss, njsr,
8 njss, nkxs, nlev, nlja, nmat, nmxf, nnpos, nocoh, nord, npl, npikmt, npr,
9 nrcd, nrss, nsph, nsr, nsrck, nstrid, ntal, nvec, nww(mipt), nxxx
c   offsets for virtual arrays in dynamically allocated storage.
common /fixcom/ lara, lasp, lawc, lawn, lcmg, lden, ldrs, ldxp, leaa, lear,
1 leba, lebd, lebt, lech, ledg, leee, leek, legg, lelp, lesa, lewg, lfim, lfme,
1 lfmg, lfor, lfrc, lfst, lftt, lmgg, lgvl, lgwt, lpbr, lpbt, lpkn, lpmg, lpru,
2 lpxr, lqav, lqax, lqcn, lrho, lscf, lsmg, lspf, lsqg, lss0, ltbt, ltds, ltmp,
2 ltrf, ltth, lvcl, lvec, lvol, lwee, lwwf, lwwk, lxxm, lipa, lipt, liss, litd,
3 lixl, liza, ljar, ljmd, ljpt, ljsc, ljss, ljtf, ljun, ljvc, ljxs, lkpc, lkscd,
3 lkst, lksu, lktp, lkxs, llaf, llat, llca, llfc, llft, llja, llme, llmt, llct,
4 llph, llst, llsc, lmat, lmbd, lmbi, lmfl, lncl, lnmt, lnpq, lnsb, lnsf, lnty,
5 lnx, lddm, lddn, ldec, ldx, ldxcl, lflx, lfso, lgww, lpac, lpan, lpcc, lptr,
5 lpts, lpwb, lrkp,
6 ltfc, lwms, lise, ljfq, llaj, llcj, llse, lndp, lndr, lnpw, lnsl, lntb, lscr,
7 ldrc, lemi, lfdd, lgnr, lpik, lrng, lrte, ltgp, lifl, lpc2, lixc, ljfl, ljft,
8 ljmt, lkmt, lktc, lkxd, llbb, llgtsk, lljtsk, lnhs, lshs, lstt, ltal, lgbn,
9 lbnk, lxss, lexs, mfixcm
c
c   variable common -- variable but required for a continue run.
c   arrays that are backed up when a track is lost.
common /varcom/ cpk, cts, dbcn(20), dmp, eacc(4), febl(2,16), osum(3),
1 coll(mipt),
1 osum2(3,3), pax(6,16,mipt), prn, rani, ranj, rdum(50), rijk, rkk,
2 rlt(2,4,2), rltp(2,4), rnr, rsum(2,4), rsum2(2,2,4), skef(3,3),
2 smul(3), sumk(3), tmav(mipt,3),
3 twac, twss, wcs1(mipt), wcs2(mipt), wgt(2), wt0, wssi(7),
4 zvarcm,
5 idum(50), inif, ist, ist0, ixak, ixak0, jrad, kcsf, kct, kcy, knod,
6 ksdef, kc, lost(2), nbal(mcpu), nbhwm, nbv, nbt(mipt),
7 ndmp, nerr, netb(2), nfer, npc(20), npd, nprn, npp, nppm, nps, npsout, npsr,
8 ngss, ngsw, nrnh(3), nrns, nrsw, nsa, nsa0, nskk, nss, nss0, nssi(8), ntc,
9 ntc1, ntss, nwer, nwsb, nwse, nws(2), nwst, nwws(2,99),
1 nziy(8, mxdx, mipt),
2 mvarcm
c
c   ephemeral common -- not needed after the current run.
common /ephcom/ cp0, cp1, cp2, cpa, ctme, fpi, freq,
1 ssb(10), tdc, tlc, trm, tsc, wvvp(4), xhom, xnum, yhom,
2 zephcm,
3 ichan, ics, idmp, ifile, iln, iln1, inform, iovr, inpd, iptr, iptra(nptr),
4 irup, itask, iterm, itfxs, itotnu, iuou, jchar, jfcn, jgf, jgxa(2),
5 jgxo(2), jovr(novr), jtf, jvp, kbp, kcolor(ncolor+6), kdbnps, kmplot,
6 komout, konrun, kprod, krflg, krtm, ksr, ktfile, ldq, lfat1, lfll, locki,
7 lspeed, mcolor, mdc, mmkdb, mnk, mpc, nrm, nde, nkrp, nomore, nrc, nst,
8 ntasks,
9 mephcm, lock1, mynum
equivalence (kddm, lddm), (kddn, lddn), (kdec, ldec), (kdx, ldx),
1 (kxd, lxd), (kflx, lflx), (kgww, lgww), (kpac, lpac), (kpan, lpan),
2 (kpcc, lpcc), (kpwb, lpwb), (kwms, lwms), (kise, lise), (kla j, llaj),
3 (klcj, llcj), (klse, llse), (kndp, lndp), (kndr, lndr), (kdr, ldr),
4 (kfd, lfdd), (kgnr, lgnr), (kpik, lpik), (krte, lrte), (ktgp, ltgp),
5 (kifl, lifl), (kpc2, lpc2), (kjfl, ljfl), (kjft, ljft), (kkte, lkte),
6 (ktal, ltal), (kgn, lgn), (kbnk, lbnk), (knhs, lnhs), (kshs, lshs),
7 (kstt, lstt)
c
common /pblcom/ xxx, yyy, zzz, uuu, vvv, www, erg, wgt, tme, vel, dls,
1 dx1, dtc, elc(mipt), fml(mipt), fsmg, wtfasv, rnk, spare(mspare),
2 zpblcm,
3 xxx9(mpb), yyy9(mpb), zzz9(mpb), uuu9(mpb), vvv9(mpb), www9(mpb),
4 erg9(mpb), wgt9(mpb), tme9(mpb), vel9(mpb), dls9(mpb), dx19(mpb),
5 dtc9(mpb), elc9(mpb, mipt), fml9(mpb, mipt), fsmg9(mpb),
6 wtfas9(mpb), rnk9(mpb), spare9(mpb, mspare),
7 zp9cm(mpb),
1 npa, icl, jsu, ipt, iex, node, idx, ncp, jgp, lev, iii, jjj, kkk, iap,
2 mpblcm,
3 npa9(mpb), icl9(mpb), jsu9(mpb), ipt9(mpb), iex9(mpb), node9(mpb),
4 idx9(mpb), ncp9(mpb), jgp9(mpb), lev9(mpb), iii9(mpb), jjj9(mpb),
5 kkk9(mpb), iap9(mpb),
6 mp9cm(mpb)
parameter (npblcm=mspare+2*mipt+16, lpblcm=14)
dimension gpblcm(npblcm+1), jpbblcm(lpblcm+1),
1 gp9cm(mpb, npblcm+1), jpb9cm(mpb, lpblcm+1)
equivalence (xxx, gpblcm), (npa, jpbblcm), (xxx9, gp9cm), (npa9, jpb9cm)
c
common /tskcom/ amfp, ang(3), cbwf, cmult, colout(2,11), cpv, ddet,
1 colltc(mipt),
1 deb, dti(mlgc), eacctc(2), eg0, ergace, febltc(2,16), paxtc(6,16,mipt),
1 pfp, ple, pmf, psc, qpl, ranb, ranitc, ranjtc, rans, rijktc, rlttc(2,4,2),
2 rnrte, rnrte0, sff(3, maxf), siga, smultc(3), ssr, stp, sumktc(3),
2 tmavtc(mipt,3), totgpl, totm, tpd(7), tpp(20), ttn, udt(10,0:mxlv),

```

```

3  udr(10*mxlv+10), uds(10*mxlv+10), udt(10*mxlv+10), uold, vold,
3  vtr(3), wcs1tc(mipt), wcs2tc(mipt), wgtstc(2), wold, ycn,
4  ztskcm,
4  iax, ibc, ibe, ibs, ibt, ibu, iclp(4,0:mxlv), idet, iet, imd, ipsc, irt,
5  isic(maxf), ital, iti(mlgc), ixcos, ixre, jap, jbd, jbnk, jev, jtls, kdb,
5  jlock, kgss, ktask, levp, lgc(mlgc+1), lsb, mbb, mkc, mpan, nbhwtc, nbnk,
6  nbttc(mipt), nch(mipt), ngp, nlaj, nlse, nlt, npb, npsrtc,
6  npstc, nrnhct(3), nter, ntii, ntx, ntyn, nziytc(8, mxdx, mipt),
9  mtskcm
parameter (mtskcm=102*mipt+40*mxlv+3*maxf+mlgc+184,
1  ltskcm=mipt*(2+8*mxdx)+4*mxlv+2*mlgc+maxf+50)
dimension gtskcm(mtskcm), jtskcm(ltskcm), udt1(10*mxlv+10)
equivalence (amfp, gtskcm), (iax, jtskcm), (udt, udt1)
c
***** dynamically allocated common *****
*
common /dac/ kdy
c
fixed dynamically allocated common.
dimension aaafd(2), ara(1), asp(1), awc(1), awn(1), cmg(1), den(1),
1  drs(1), dxcp(0:mxdx, mipt, 1), eaa(1), ear(1),
1  eba(mtop, 1), ebd(mtop, 1), ebt(mtop, 1),
1  ech(mpng, mwng, 1), edg(1), eee(1), eek(1), egg(maxi, 1), elp(mipt, 1),
2  esa(1), ewwg(1), fim(mipt, 1), fme(1), fmg(1), for(mipt, 1), frc(1),
2  fst(1), ftt(1), gmg(1), gvl(1), gwt(1), pbr(1), pbt(1), pkn(1), pmg(1),
3  pru(1), pxr(1), qav(1), qax(mipt, 1), qcn(1), rho(1), scf(1), smg(1),
3  spf(4, 2), sqq(12, 1), sso(1), tbt(1), tds(1), tmp(1), trf(17, 0:1),
4  tth(1), vcl(3, 7, 1), vec(3, 1), vol(1), wve(1), wwf(1), ww(1), xnm(1),
4  iiifd(1), ipan(1), iptal(8, 5, 1), iss(1), itds(1), ixl(3, 1), iza(1),
5  jasn(1), jmd(1), jptal(8, 1), jscn(1), jss(1), jtf(8, 1), jun(1), jvc(1),
6  jxs(32, 1), kcp(1), ksd(21, 1), kst(1), ktp(mipt, 1), kxs(1), laf(3, 3),
6  ksu(1),
7  lat(2, 1), lca(1), lfcl(1), lft(mkft, 1), lja(1), lme(mipt, 1), lmt(1),
8  locct(mipt, 1), locph(1), locst(mipt, 1), lsc(1), mat(1), mbd(1), mbi(1),
9  mfl(3, 1), ncl(1), nmt(1), npq(1), nsb(1), nsf(1), nty(1), nxs(16, 1)
pointer (kdy, aaafd), (kdy, ara), (kdy, asp), (kdy, awc), (kdy, awn),
1  (kdy, cmg), (kdy, den), (kdy, drs), (kdy, dxcp), (kdy, eaa), (kdy, ear),
1  (kdy, eba),
1  (kdy, ebd), (kdy, ebt), (kdy, ech), (kdy, edg), (kdy, eee), (kdy, eek),
2  (kdy, egg), (kdy, elp), (kdy, esa), (kdy, ewwg), (kdy, fim), (kdy, fme),
2  (kdy, fmg), (kdy, for), (kdy, frc), (kdy, fst), (kdy, ftt), (kdy, gmg),
3  (kdy, gvl), (kdy, gwt), (kdy, pbr), (kdy, pbt), (kdy, pkn), (kdy, pmg),
3  (kdy, pru), (kdy, pxr), (kdy, qav), (kdy, qax), (kdy, qcn), (kdy, rho),
4  (kdy, scf), (kdy, smg), (kdy, spf), (kdy, sqq), (kdy, sso), (kdy, tbt),
4  (kdy, tds), (kdy, tmp), (kdy, trf), (kdy, tth), (kdy, vcl), (kdy, vec),
5  (kdy, vol), (kdy, wve), (kdy, wwf), (kdy, ww), (kdy, xnm), (kdy, iiifd),
5  (kdy, ipan), (kdy, iptal), (kdy, iss), (kdy, itds), (kdy, ixl), (kdy, iza),
6  (kdy, jasn), (kdy, jmd), (kdy, jptal), (kdy, jscn), (kdy, jss), (kdy, jtf),
6  (kdy, jun), (kdy, jvc), (kdy, jxs), (kdy, kcp), (kdy, ksd), (kdy, kst),
6  (kdy, ksu),
7  (kdy, ktp), (kdy, kxs), (kdy, laf), (kdy, lat), (kdy, lca), (kdy, lfcl),
7  (kdy, lft), (kdy, lja), (kdy, lme), (kdy, lmt), (kdy, locct), (kdy, locph),
8  (kdy, locst), (kdy, lsc), (kdy, mat), (kdy, mbd), (kdy, mbi), (kdy, mfl),
8  (kdy, ncl), (kdy, nmt), (kdy, npq), (kdy, nsb), (kdy, nsf), (kdy, nty),
9  (kdy, nxs)
c
variable dynamically allocated common.
dimension aaavd(1), ddm(2, 1), ddn(24, 1), dec(3, 1), dxc(3, 1),
1  dxd(mipt, 24, mxdx), flx(1), fso(1), gww(2, 9, 1), pac(mipt, 10, 1),
2  pan(2, 6, 1), pcc(3, 1), pwb(mipt, 19, 1), rkpl(19, 1), shsd(nsp, 1),
3  stt(ntp, 1), tfc(6, 20, 1), wns(2, 1),
4  iiivd(1), isef(2, 1), jfq(8, 0:1), laj(1), lcaj(1), lse(1), ndpf(6, 1),
5  ndr(1), nhsd(nsp12, 1), npsw(1), nsl(2+4*mipt, 1), ntbb(4, 1)
pointer (kdy, aaavd), (kdy, ddm), (kdy, ddn), (kdy, dec), (kdy, dxc),
1  (kdy, dxd), (kdy, flx), (kdy, fso), (kdy, gww), (kdy, pac), (kdy, pan),
2  (kdy, pcc), (kdy, pwb), (kdy, rkpl), (kdy, tfc), (kdy, wns), (kdy, shsd),
2  (kdy, stt), (kdy, iiivd),
3  (kdy, isef), (kdy, jfq), (kdy, laj), (kdy, lcaj), (kdy, lse), (kdy, ndpf),
4  (kdy, ndr), (kdy, nhsd), (kdy, npsw), (kdy, nsl), (kdy, ntbb)
c
ephemeral dynamically allocated common.
dimension scr(1), drc(16, 1), emi(1), fdd(2, 1), genr(1), pik(1), ptr(1),
1  pts(1), rng(1), rtc(10, 1), tgp(1), ifl(1), ipac2(1), ixc(61, 1), jfl(1),
2  jft(1), jmt(1), kmt(3, 1), ktc(2, 1), kxd(1), lbb(1)
pointer (kdy, scr), (kdy, drc), (kdy, emi), (kdy, fdd), (kdy, genr),
1  (kdy, pik), (kdy, ptr), (kdy, pts), (kdy, rng), (kdy, rtc), (kdy, tgp),
2  (kdy, ifl), (kdy, ipac2), (kdy, ixc), (kdy, jfl), (kdy, jft), (kdy, jmt),
3  (kdy, kmt), (kdy, ktc), (kdy, kxd), (kdy, lbb)
c
tallies, bank, and cross-sections in dac.
dimension tal(1), gbnk(1), ibnk(1), .exs(1)
dimension xss(1)
pointer (kdy, tal), (kdy, gbnk), (kdy, ibnk), (kdy, xss), (kdy, .exs)
c
dynamically allocated common for imcn.
dimension jtr(1), awt(1), bbv(1), prb(1), rtp(1), sfb(1),
1  ipnt(2, mktc, 0:1), jasw(1), kaw(1), kdr(1), kdup(1), kmm(1), ktr(1),

```

```

2 lxd(mipt,1),mfm(1),nlv(1),nslr(2+4*mipt,1),
3 aras(2,1),atsa(2,1),rscrn(2,1),rsint(2,1),scfq(5,1),vols(2,1),
4 iint(1),icrn(3,1),ljav(1),ljsv(1),lsat(1)
   pointer (kdy,jtr),(kdy,awt),(kdy,bbv),(kdy,prb),(kdy,rtp),
1 (kdy,sfb),(kdy,ipnt),(kdy,jasw),(kdy,kaw),(kdy,kdr),(kdy,kdup),
2 (kdy,kmm),(kdy,ktr),(kdy,lxd),(kdy,mfm),(kdy,nlv),(kdy,nslr),
3 (kdy,aras),(kdy,atsa),(kdy,rscrn),(kdy,rsint),(kdy,scfq),
4 (kdy,vols),(kdy,iint),(kdy,icrn),(kdy,ljav),(kdy,ljsv),(kdy,lsat)
c
c   dynamically allocated common for plot.
dimension amx(4,4,1),coe(6,2,1),crs(1),jst(2,1),kcl(102,1),kfm(1),
1 lcl(1),lsg(1),ncs(1),plb(1),qmx(3,3,2,1),zst(1)
   pointer (kdy,amx),(kdy,coe),(kdy,crs),(kdy,jst),(kdy,kcl),
1 (kdy,kfm),(kdy,lcl),(kdy,lsg),(kdy,ncs),(kdy,plb),(kdy,qmx),
2 (kdy,zst)
c
c   dynamically allocated common for mcplot.
dimension ab1(1),ab2(1),erb(1),mcc(1),ord(1),xcc(1),ycc(1)
real xrr(1),yrr(1)
   pointer (kdy,ab1),(kdy,ab2),(kdy,erb),(kdy,mcc),(kdy,ord),
1 (kdy,xcc),(kdy,xrr),(kdy,ycc),(kdy,yrr)
c
c -----
c
c   dimension ik(8)
c
c   return if kcode problem is not settled.
if (nsr.eq.71.and.kcy.le.ikz)return
li=lipt
lj=ljpt
c
c   loop over all neutron or all photon detectors.
ital=0
wf=0.
i=(ipt-1)*ndet(1)
nb=npb
do 620 idet=i+1,i+ndet(ipt)
lg=mx* (idet-1)+icl
dec(kdec+3,lg)=dec(kdec+3,lg)+1.
c
c   zero the master detector psc slots.
if (ldr.eq.0)go to 10
drc(kdrc+13,idet)=0.
drc(kdrc+13,idet)=0.
c
c   set up for detector tally ital if not done already.
10 if (locdt(1,idet).eq.ital)go to 150
ital=locdt(1,idet)
c
c   adjust the tally weight according to the cell probability.
tw=wgt
if (iptal(li+2,2,ital).eq.0)go to 20
l=iptal(li+2,2,ital)+icl
if (tds(1).ge.1.)go to 20
tw=0.
if (tds(1).eq.0.)go to 550
if (rang().lt.tds(1))tw=wgt/tds(1)
if (tw.eq.0..and.idrc(idet).le.0)go to 550
c
c   set the base detector number and controls for the totals nest.
20 i0=idet
ju=iptal(li+3,3,ital)
jm=iptal(li+5,3,ital)
je=iptal(li+7,3,ital)
kt=iptal(li+8,3,ital)
mn=iptal(li+5,4,ital)-1
do 30 i=3,8
30 ik(i)=iptal(li+i,5,ital)
c
c   set up for all detectors, if not done already.
if (wf.gt.0.)go to 150
te=erg
wf=1.
c
c   pre-processing for special cases.
go to(110,40,70,110,110,110,110,80,110,110,110,70,70)ipsc-2
go to(110,110,90,70,100)ipsc-100
c
c >>>> ipsc=4 -- neutron from collision with moving target.
40 wf=cmult
if (ntyn.ge.0)go to 50
f=awn(lawn+iex)/ycn
tpd(7)=f*ssr
tpd(1)=tpd(7)
if (ntyn.ne.-99)tpd(1)=(1.+awn(lawn+iex))*sqrt(ergace/eg0)
tpd(2)=eg0/(1.+awn(lawn+iex))**2
tpd(4)=uold+f*vtr(1)

```

```

    tpd(5)=vold+f*vtr(2)
    tpd(6)=wold+f*vtr(3)
    go to 60
50  g=sqrt(2.*ttn/awn(lawn+iex))
    tpd(7)=g*ssr
    tpd(1)=sqrt(2.*ergace)
    tpd(2)=.5
    tpd(4)=g*vtr(1)
    tpd(5)=g*vtr(2)
    tpd(6)=g*vtr(3)
60  tpd(3)=tpd(4)**2+tpd(5)**2+tpd(6)**2
    if(tpd(1)**2.ge.tpd(3))go to 110
    wf=wf*2.
    if(rang().gt..5)tpd(3)=-tpd(3)
    go to 110
c
c >>>> ipsc=5 -- neutron from collision with stationary target and
c       ipsc=14 -- neutron from kalbach-87 (law 44) collision and
c       ipsc=15 -- neutron from law 67 (endf/b-vi law 7) collision and
c       ipsc=104 -- particle from isotropic multigroup collision.
70  wf=cmult
    go to 110
c
c >>>> ipsc=10 -- particle from sdef source.
80  if(dbcn(20).eq.0.)wf=cbwf
    go to 110
c
c >>>> ipsc=103 -- photon from double fluorescence.
90  if(rang().gt..5)te=xss(jxs(ljxs+4,iex)+3*nxs(lnxs+4,iex)+1)
    wf=2.
    go to 110
c
c >>>> ipsc=105 -- photon from pair production.
100 wf=2.
c
110 npb=npb+1
    do 120 i=1,npblcm
120  gpb9cm(npb,i)=gpblcm(i)
    do 130 i=1,lpblcm
130  jpb9cm(npb,i)=jpblcm(i)
    do 140 i=1,10*lev
140  udts(i)=udt1(i)
c
150 if(tw.eq.0..and.idrc(idet).le.0)go to 550
    ld=iptal(li+1,1,ital)+5*(idet-i0)
c
c       fetch tally quantities for a coincident detector.
if(ldr.eq.0)go to 170
i=idrc(idet)
if(i.le.0)go to 170
psc=drc(kdrc+13,i)
if(psc.eq.0.)go to 560
icl=drc(kdrc+12,i)
ddet=drc(kdrc+14,i)
amfp=drc(kdrc+15,i)
ple=drc(kdrc+16,i)
do 160 j=1,10
160 gpblcm(j)=drc(kdrc+j,i)
    if(mcal.le.1.eqv.erg.lt.elc(ipt))go to 570
    if(wgt.gt.0.)go to 210
    j=3
    if(amfp.gt.80.)j=4
    if(fim(1f1m+ipt,iap).eq.0.)j=5
    ndpf(kndp+j,idet)=ndpf(kndp+j,idet)+1
    go to 580
c
170 wgt=tw*wf
    erg=te
c
c       calculate the distance, direction, psc, energy, and velocity.
c       call ddet(ld)
c
c       Z-axis next event surface crossing estimator (NESXE)
c       for disk detectors
c
rdisk = tds(ld+4)
iicl = icl
if(abs(www) .le. 0.01) www=0.005
ddet = (tds(ld+3) - zzz)/www
if(ddet .le. 0.0) go to 580
xxxdet=xxx + uuu*ddet
yyydet=yyy + vvv*ddet
zzzdet=zzz + www*ddet
rdd2 = (tds(ld+1)-xxxdet)**2 + (tds(ld+2) - yyydet)**2
rdet = sqrt(rdd2)
if(rdet .gt. rdisk) go to 580
detara= pie*rdisk**2

```

NEXSE用に改訂


```

cosain= abs(www)
c
c  Z-axis next event surface crossing estimator (NESXE)
c  for disk detectors
c
pssc=.5
if (ipsc.lt.100) call calcpsc
if (kdb.ne.0) return
if (pssc.eq.0.) go to 560
if (mcal.le.1.eqv.erg.lt.elc(ipt)) go to 570
dd=ddet-1.e-10*ddet
if (ipt.ne.2) vel=slite*sqrt(erg*(erg+2.*gpt(ipt)))/(erg+gpt(ipt))
if (iptal(li+8,1,ital).eq.0) go to 180
if (dd.lt.vel*(tds(iptal(li+8,1,ital)+iptal(li+8,4,ital))-1)-tme)
1 go to 180
if (lft(11ft+3,ital).ne.0) go to 180
call errprn(1,ntbb(intb+3,ital),-1,3,zero+jptal(ljpt+1,ital),tme,
1 'tal','tme','tally not scored beyond last time bin.')
go to 580
c
c  calculate the transmission to the detector.
180 s=0.
if (ddg(1,idet).lt.0.) s=-ddg(1,idet)/(wgt*pssc)
if (ddg(1,idet).gt.0. .and. npstc.gt.200)
1 s=ddg(1,idet)*ddn(lddn+24,idet)/(wgt*pssc)
if (ipsc.ne.11) s=s*2.*pie*dd**2
call transm(dd,s)
if (kdb.ne.0) go to 630
if (wgt.eq.0.) go to 580
c
c  save the tally quantities of a master detector.
if (ldr.eq.0) go to 210
if (idrc(idet).ne.-1) go to 210
do 200 i=1,10
200 drc(kdrc+i,idet)=gpblcm(i)
drc(kdrc+12,idet)=icl
drc(kdrc+13,idet)=pssc
drc(kdrc+14,idet)=ddet
drc(kdrc+15,idet)=amfp
drc(kdrc+16,idet)=ple
c
c  calculate the score for a collision not close to the detector.
c  210 if ((ddet.lt.tds(ld+4).or.amfp.lt.-tds(ld+4))) go to 220
c
c  Z-axis next event surface crossing estimator (NESXE)
c  for disk detectors
c
210 if ((ddet.lt.tds(ld+4).or.amfp.lt.-tds(ld+4))) ddet=ddet
pssc=pssc
detara=detara
cosain=cosain
t=wgt*pssc*exp(-amfp)
c
if (ipsc.ne.11) t=t/(2.*pie*ddet**2)
if (ipsc.ne.11) t=t/(pssc*detara*cosain)
go to 230
c
c  Z-axis next event surface crossing estimator (NESXE)
c  for disk detectors
c
c  special calculation for a collision close to the detector.
220 if (ple.ne.0. .and. tds(ld+4).gt.0.) t=wgt*pssc*
1 (1.-exp(-ple*tds(ld+4)))/(tds(ld+5)*ple)
if (tds(ld+4).lt.0.) t=wgt*pssc*(1.-exp(tds(ld+4)))*ple**2/tds(ld+5)
if (ple.eq.0.) t=wgt*pssc*abs(tds(ld+4))/tds(ld+5)
c
c  find the energy bin and multiply by the energy multipliers.
230 ta=t
ibu=1
if (lft(11ft+6,ital)+lft(11ft+7,ital).ne.0) ibu=jft(kjft+ital)
if (lft(11ft+4,ital).ne.0) ibu=jbin(3,ncp+zero)
if (lft(11ft+5,ital).eq.0) go to 250
do 240 ibu=1,iptal(li+3,4,ital)-1
240 if (tds(iptal(li+3,1,ital)+ibu).eq.ncl(1ncl+ic19(npb))) go to 270
ibu=0
go to 580
250 if (lft(11ft+9,ital).eq.0) go to 270
l=jxs(ljxs+1,mgegbt(1))+2*jgm(1)-1
do 260 ibu=1,iptal(li+3,4,ital)-1
260 if (abs(tds(iptal(li+3,1,ital)+ibu)-xss(1+jgp)).lt..001*xss(1+jgp))
1 go to 270
go to 580
270 if (ibu.eq.0) go to 580
ibe=1
ibt=1
jbd=1
if (ncp.eq.0.or.ipsc.eq.12) jbd=iptal(li+2,3,ital)
if (jptal(lj+4,ital).ne.0) ta=ta*erg

```

NEXSE用に改訂

```

if(iptal(li+3,2,ital).ne.0)ta=dosef(ta)
if(iptal(li+7,1,ital).eq.0)go to 300
l=1ft(llft+2,ital)
if(l.eq.0)go to 290
280 t1=2.*rang()-1.
t2=t1**2+rang()**2
if(t2.gt.1.)go to 280
erg=erg+.60056120439322*(tds(l+1)+tds(l+2))*sqrt(erg+tds(l+3)*
1 erg**2))*sqrt(-log(t2)/t2)*t1
290 ibe=jbin(7,erg)
if(ibe.eq.0)go to 580
if(iptal(li+7,2,ital).ne.0)ta=ta*tds(iptal(li+7,2,ital)+ibe)
c
find the time bin or do time convolution.
c
300 if(iptal(li+8,1,ital).eq.0)go to 340
ll=1ft(llft+3,ital)
if(ll.ne.0)go to 310
ibt=jbin(8,tme)
if(ibt.eq.0)go to 580
go to 330
310 tt=ta
ca=tme+tds(ll+1)
cd=tme+tds(ll+2)
ibt=1
b=-huge
320 a=b
if(a.ge.cd)go to 480
b=tds(iptal(li+8,1,ital)+ibt)
if(b.le.ca)go to 470
ta=tt*(min(b,cd)-max(a,ca))/(tds(ll+2)-tds(ll+1))
330 if(iptal(li+8,2,ital).ne.0)ta=ta*tds(iptal(li+8,2,ital)+ibt)
c
do the multiplier bins.
c
340 kk=0
do 460 km=1,mm
tc=ta
lm=iptal(li+5,4,ital)-km
if(iptal(li+5,2,ital).eq.0)go to 350
kk=kk+1
if(iptal(li+5,1,ital).ne.0)call wtmult(tc,km)
tc=tc*tds(iptal(li+5,2,ital)+kk)
c
user bins loop.
c
350 mu=0
td=tc
if(iptal(li+3,1,ital).eq.0)go to 380
if(1ft(llft+4,ital)+1ft(llft+5,ital)+1ft(llft+7,ital)
1 +1ft(llft+9,ital).ne.0)go to 380
nx=1
360 mu=0
td=tc
ntx=nx
call tallyx(td,mu)
if(mu.lt.0)go to 460
if(ibu.gt.0.and.ibu.lt.iptal(li+3,4,ital))go to 370
call errprn(1,ntbb(lntb+4,ital),-1,2,zero+jptal(ljpt+1,ital),
1 zero+ibu,'tal','bin','tally not scored beyond last user bin.')
go to 460
370 nx=nx+1
if(nx.le.iptal(li+1,5,ital)+1)go to 380
call expirx(1,'tallyd','tallyx is in an endless loop.')
return
c
totals nest.
c
380 if(td.eq.0.)go to 450
j1=ktal+locdt(2,idet)
lu=iptal(li+3,4,ital)-ibu
me=iptal(li+7,4,ital)-ibe
mt=iptal(li+8,4,ital)-ibt
iu=ibu
390 j2=j1+(iu-1)*ik(4)
im=km
400 j3=j2+(im-1)*ik(6)
id=1
410 j4=j3+(id-1)*ik(3)
ie=ibe
420 j5=j4+(ie-1)*ik(8)
it=ibt
430 if(j5+it.eq.ktal+igww)call wgtwwg(2,td)
if(tal(j5+it).ne.0.)go to 440
jtls=jtls+1
if(jtls.le.ktls)tal(ktal+nmxf*mx+f+jtls)=j5+it
440 tal(j5+it)=tal(j5+it)+td
it=it+mt
if(it.le.kt)go to 430
ie=ie+me
if(ie.le.je)go to 420

```

```

id=id+1
if(id.le.jbd)go to 410
im=im+lm
if(im.le.jm)go to 400
iu=iu+lu
if(iu.le.ju)go to 390
450 if(mu.ne.0)go to 360
460 continue
if(ll.eq.0)go to 480
470 ibt=ibt+1
if(ibt.lt.iptal(li+8,4,ital))go to 320
c
c      accumulate data for detector diagnostics.
480 ddn(kddn+20, idet)=ddn(kddn+20, idet)+t
j=0
if(ddg(1, idet).ge.0.)go to 500
if(t.ge.-ddg(1, idet)*ddg(2, idet))j=1
do 490 i=1,8
490 if(t.le.-talb(i,2)*ddg(1, idet))go to 520
go to 520
500 i=9
if(npstc.le.200)go to 520
if(t.ge.ddg(2, idet)*ddn(lddn+24, idet))j=1
i=1
if(t.le.ddg(1, idet)*ddn(lddn+24, idet))go to 520
do 510 i=2,7
510 if(t.le.talb(i,1)*ddn(lddn+24, idet))go to 520
520 ddn(kddn+i, idet)=ddn(kddn+i, idet)+1.
ddn(kddn+9+i, idet)=ddn(kddn+9+i, idet)+t
if(t.gt.ddn(kddn+21, idet))ddn(kddn+23, idet)=npstc
ddn(kddn+21, idet)=max(ddn(kddn+21, idet), t)
dec(kdec+1, lg)=dec(kdec+1, lg)+1.
dec(kdec+2, lg)=dec(kdec+2, lg)+t
c
c      print a line for especially heavy scores.
if(j.eq.0)go to 580
c
c      if(ddn(lddn+22, idet).ge.100.)go to 540
ddn(lddn+22, idet)=ddn(lddn+22, idet)+1.
write(iuo, 530)hnp(ipt), idet, t, wgt, psc, amfp, ddet, tds(ld+4),
1 erg, ncl(inc1+ic19(npb)), npstc, nch(ipt), rijktc
530 format (/4h det, 5x, 1ht, 9x, 3hwgt, 8x, 3hpsc, 7x, 4hamfp, 7x, 5hddetx, 5x,
1 6hradius, 7x, 3herg, 5x, 4hcell, 8x, 3hnps, 2x, 3hnch, 7x, 3hijk, 3x, a1/
2 1x, i2, 1p7e11.4, i6, i11, i5, 0pf17.0, t11, 1h )
540 continue
c
c      go to 580
c
c      increment ndpf for particles that failed.
550 ndpf(kndp+1, idet)=ndpf(kndp+1, idet)+1
go to 620
560 ndpf(kndp+2, idet)=ndpf(kndp+2, idet)+1
go to 580
570 ndpf(kndp+6, idet)=ndpf(kndp+6, idet)+1
c
c      restore the particle description.
580 do 590 i=1,lpblcm
590 jpb1cm(i)=jpb9cm(npb, i)
do 600 i=1,npblcm
600 gpblcm(i)=gpb9cm(npb, i)
do 610 i=1,10*lev
610 udt1(i)=udts(i)
c
c      620 continue
npb=nb
return
c
c      return with kdb=3 or 4 if the particle gets lost.
630 kdb=kdb+2
return
end

```

APPENDIX 2

SEIEI MARU gamma-ray dose equivalent on No.4 hold hatch cover (2*5*6)

c									
1	7	-1.689	9	-10	15	-16	52	-51	\$ llw
2	7	-1.689	9	-10	17	-18	52	-51	\$ llw
3	0	#1 #2	8	-11	14	-19	53	-50	\$ void
4	4	-7.85	7	-12	13	-20	54	-49	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-14:19:-53:50)
5	7	-1.689	9	-10	22	-23	52	-51	\$ llw
6	7	-1.689	9	-10	24	-25	52	-51	\$ llw
7	0	#5 #6	8	-11	21	-26	53	-50	\$ void
8	4	-7.85	7	-12	20	-27	54	-49	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-21:26:-53:50)
9	7	-1.689	9	-10	29	-30	52	-51	\$ llw
10	7	-1.689	9	-10	31	-32	52	-51	\$ llw
11	0	#9 #10	8	-11	28	-33	53	-50	\$ void
12	4	-7.85	7	-12	27	-34	54	-49	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-28:33:-53:50)
13	7	-1.689	9	-10	36	-37	52	-51	\$ llw
14	7	-1.689	9	-10	38	-39	52	-51	\$ llw
15	0	#13 #14	8	-11	35	-40	53	-50	\$ void
16	4	-7.85	7	-12	34	-41	54	-49	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-35:40:-53:50)
17	7	-1.689	9	-10	43	-44	52	-51	\$ llw
18	7	-1.689	9	-10	45	-46	52	-51	\$ llw
19	0	#17 #18	8	-11	42	-47	53	-50	\$ void
20	4	-7.85	7	-12	41	-48	54	-49	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-42:47:-53:50)
21	7	-1.689	3	-4	15	-16	52	-51	\$ llw
22	7	-1.689	3	-4	17	-18	52	-51	\$ llw
23	0	#21 #22	2	-5	14	-19	53	-50	\$ void
24	4	-7.85	1	-6	13	-20	54	-49	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-14:19:-53:50)
25	7	-1.689	3	-4	22	-23	52	-51	\$ llw
26	7	-1.689	3	-4	24	-25	52	-51	\$ llw
27	0	#25 #26	2	-5	21	-26	53	-50	\$ void
28	4	-7.85	1	-6	20	-27	54	-49	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-21:26:-53:50)
29	7	-1.689	3	-4	29	-30	52	-51	\$ llw
30	7	-1.689	3	-4	31	-32	52	-51	\$ llw
31	0	#29 #30	2	-5	28	-33	53	-50	\$ void
32	4	-7.85	1	-6	27	-34	54	-49	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-28:33:-53:50)
33	7	-1.689	3	-4	36	-37	52	-51	\$ llw
34	7	-1.689	3	-4	38	-39	52	-51	\$ llw
35	0	#33 #34	2	-5	35	-40	53	-50	\$ void
36	4	-7.85	1	-6	34	-41	54	-49	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-35:40:-53:50)
37	7	-1.689	3	-4	43	-44	52	-51	\$ llw
38	7	-1.689	3	-4	45	-46	52	-51	\$ llw
39	0	#37 #38	2	-5	42	-47	53	-50	\$ void
40	4	-7.85	1	-6	41	-48	54	-49	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-42:47:-53:50)
c									
41	7	-1.689	9	-10	15	-16	57	-56	\$ llw
42	7	-1.689	9	-10	17	-18	57	-56	\$ llw
43	0	#41 #42	8	-11	14	-19	58	-55	\$ void
44	4	-7.85	7	-12	13	-20	59	-54	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-14:19:-58:55)
45	7	-1.689	9	-10	22	-23	57	-56	\$ llw
46	7	-1.689	9	-10	24	-25	57	-56	\$ llw
47	0	#45 #46	8	-11	21	-26	58	-55	\$ void
48	4	-7.85	7	-12	20	-27	59	-54	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-21:26:-58:55)
49	7	-1.689	9	-10	29	-30	57	-56	\$ llw
50	7	-1.689	9	-10	31	-32	57	-56	\$ llw
51	0	#49 #50	8	-11	28	-33	58	-55	\$ void
52	4	-7.85	7	-12	27	-34	59	-54	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-28:33:-58:55)
53	7	-1.689	9	-10	36	-37	57	-56	\$ llw
54	7	-1.689	9	-10	38	-39	57	-56	\$ llw
55	0	#53 #54	8	-11	35	-40	58	-55	\$ void
56	4	-7.85	7	-12	34	-41	59	-54	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-35:40:-58:55)
57	7	-1.689	9	-10	43	-44	57	-56	\$ llw
58	7	-1.689	9	-10	45	-46	57	-56	\$ llw
59	0	#57 #58	8	-11	42	-47	58	-55	\$ void
60	4	-7.85	7	-12	41	-48	59	-54	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-42:47:-58:55)
61	7	-1.689	3	-4	15	-16	57	-56	\$ llw
62	7	-1.689	3	-4	17	-18	57	-56	\$ llw
63	0	#61 #62	2	-5	14	-19	58	-55	\$ void
64	4	-7.85	1	-6	13	-20	59	-54	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-14:19:-58:55)
65	7	-1.689	3	-4	22	-23	57	-56	\$ llw
66	7	-1.689	3	-4	24	-25	57	-56	\$ llw
67	0	#65 #66	2	-5	21	-26	58	-55	\$ void

APPENDIX 1 で示した NESXE 用のサブルーチン TALLYD を用いた MCNP 4A コードで、「青栄丸」の第4船倉ハッチカバー上のガンマ線線量当量率を計算するための入力データ。この例は、非均質詳細線源モデルである。

入力データの一般的な説明は文献(9)を参照のこと。

船体構造各部の Cell

```

68 4 -7.85 1 -6 20 -27 59 -54 $ container
(-2:5 :-21:26:-58:55) $ container
69 7 -1.689 3 -4 29 -30 57 -56 $ llw
70 7 -1.689 3 -4 31 -32 57 -56 $ llw
71 0 #69 #70 2 -5 28 -33 58 -55 $ void
72 4 -7.85 1 -6 27 -34 59 -54 $ container
(-2:5 :-28:33:-58:55) $ container
73 7 -1.689 3 -4 36 -37 57 -56 $ llw
74 7 -1.689 3 -4 38 -39 57 -56 $ llw
75 0 #73 #74 2 -5 35 -40 58 -55 $ void
76 4 -7.85 1 -6 34 -41 59 -54 $ container
(-2:5 :-35:40:-58:55) $ container
77 7 -1.689 3 -4 43 -44 57 -56 $ llw
78 7 -1.689 3 -4 45 -46 57 -56 $ llw
79 0 #77 #78 2 -5 42 -47 58 -55 $ void
80 4 -7.85 1 -6 41 -48 59 -54 $ container
(-2:5 :-42:47:-58:55) $ container
c
81 7 -1.689 9 -10 15 -16 62 -61 $ llw
82 7 -1.689 9 -10 17 -18 62 -61 $ llw
83 0 #81 #82 8 -11 14 -19 63 -60 $ void
84 4 -7.85 7 -12 13 -20 64 -59 $ container
(-8:11:-14:19:-63:60) $ container
85 7 -1.689 9 -10 22 -23 62 -61 $ llw
86 7 -1.689 9 -10 24 -25 62 -61 $ llw
87 0 #85 #86 8 -11 21 -26 63 -60 $ void
88 4 -7.85 7 -12 20 -27 64 -59 $ container
(-8:11:-21:26:-63:60) $ container
89 7 -1.689 9 -10 29 -30 62 -61 $ llw
90 7 -1.689 9 -10 31 -32 62 -61 $ llw
91 0 #89 #90 8 -11 28 -33 63 -60 $ void
92 4 -7.85 7 -12 27 -34 64 -59 $ container
(-8:11:-28:33:-63:60) $ container
93 7 -1.689 9 -10 36 -37 62 -61 $ llw
94 7 -1.689 9 -10 38 -39 62 -61 $ llw
95 0 #93 #94 8 -11 35 -40 63 -60 $ void
96 4 -7.85 7 -12 34 -41 64 -59 $ container
(-8:11:-35:40:-63:60) $ container
97 7 -1.689 9 -10 43 -44 62 -61 $ llw
98 7 -1.689 9 -10 45 -46 62 -61 $ llw
99 0 #97 #98 8 -11 42 -47 63 -60 $ void
100 4 -7.85 7 -12 41 -48 64 -59 $ container
(-8:11:-42:47:-63:60) $ container
101 7 -1.689 3 -4 15 -16 62 -61 $ llw
102 7 -1.689 3 -4 17 -18 62 -61 $ llw
103 0 #101 #102 2 -5 14 -19 63 -60 $ void
104 4 -7.85 1 -6 13 -20 64 -59 $ container
(-2:5 :-14:19:-63:60) $ container
105 7 -1.689 3 -4 22 -23 62 -61 $ llw
106 7 -1.689 3 -4 24 -25 62 -61 $ llw
107 0 #105 #106 2 -5 21 -26 63 -60 $ void
108 4 -7.85 1 -6 20 -27 64 -59 $ container
(-2:5 :-21:26:-63:60) $ container
109 7 -1.689 3 -4 29 -30 62 -61 $ llw
110 7 -1.689 3 -4 31 -32 62 -61 $ llw
111 0 #109 #110 2 -5 28 -33 63 -60 $ void
112 4 -7.85 1 -6 27 -34 64 -59 $ container
(-2:5 :-28:33:-63:60) $ container
113 7 -1.689 3 -4 36 -37 62 -61 $ llw
114 7 -1.689 3 -4 38 -39 62 -61 $ llw
115 0 #113 #114 2 -5 35 -40 63 -60 $ void
116 4 -7.85 1 -6 34 -41 64 -59 $ container
(-2:5 :-35:40:-63:60) $ container
117 7 -1.689 3 -4 43 -44 62 -61 $ llw
118 7 -1.689 3 -4 45 -46 62 -61 $ llw
119 0 #117 #118 2 -5 42 -47 63 -60 $ void
120 4 -7.85 1 -6 41 -48 64 -59 $ container
(-2:5 :-42:47:-63:60) $ container
c
121 7 -1.689 9 -10 15 -16 67 -66 $ llw
122 7 -1.689 9 -10 17 -18 67 -66 $ llw
123 0 #121 #122 8 -11 14 -19 68 -65 $ void
124 4 -7.85 7 -12 13 -20 69 -64 $ container
(-8:11:-14:19:-68:65) $ container
125 7 -1.689 9 -10 22 -23 67 -66 $ llw
126 7 -1.689 9 -10 24 -25 67 -66 $ llw
127 0 #125 #126 8 -11 21 -26 68 -65 $ void
128 4 -7.85 7 -12 20 -27 69 -64 $ container
(-8:11:-21:26:-68:65) $ container
129 7 -1.689 9 -10 29 -30 67 -66 $ llw
130 7 -1.689 9 -10 31 -32 67 -66 $ llw
131 0 #129 #130 8 -11 28 -33 68 -65 $ void
132 4 -7.85 7 -12 27 -34 69 -64 $ container
(-8:11:-28:33:-68:65) $ container
133 7 -1.689 9 -10 36 -37 67 -66 $ llw
134 7 -1.689 9 -10 38 -39 67 -66 $ llw
135 0 #133 #134 8 -11 35 -40 68 -65 $ void

```

船体構造各部のCell

136	4	-7.85	7	-12	34	-41	69	-64	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-35:40:-68:65)
137	7	-1.689	9	-10	43	-44	67	-66	\$ llw
138	7	-1.689	9	-10	45	-46	67	-66	\$ llw
139	0	#137 #138	8	-11	42	-47	68	-65	\$ void
140	4	-7.85	7	-12	41	-48	69	-64	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-42:47:-68:65)
141	7	-1.689	3	-4	15	-16	67	-66	\$ llw
142	7	-1.689	3	-4	17	-18	67	-66	\$ llw
143	0	#141 #142	2	-5	14	-19	68	-65	\$ void
144	4	-7.85	1	-6	13	-20	69	-64	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-14:19:-68:65)
145	7	-1.689	3	-4	22	-23	67	-66	\$ llw
146	7	-1.689	3	-4	24	-25	67	-66	\$ llw
147	0	#145 #146	2	-5	21	-26	68	-65	\$ void
148	4	-7.85	1	-6	20	-27	69	-64	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-21:26:-68:65)
149	7	-1.689	3	-4	29	-30	67	-66	\$ llw
150	7	-1.689	3	-4	31	-32	67	-66	\$ llw
151	0	#149 #150	2	-5	28	-33	68	-65	\$ void
152	4	-7.85	1	-6	27	-34	69	-64	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-28:33:-68:65)
153	7	-1.689	3	-4	36	-37	67	-66	\$ llw
154	7	-1.689	3	-4	38	-39	67	-66	\$ llw
155	0	#153 #154	2	-5	35	-40	68	-65	\$ void
156	4	-7.85	1	-6	34	-41	69	-64	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-35:40:-68:65)
157	7	-1.689	3	-4	43	-44	67	-66	\$ llw
158	7	-1.689	3	-4	45	-46	67	-66	\$ llw
159	0	#157 #158	2	-5	42	-47	68	-65	\$ void
160	4	-7.85	1	-6	41	-48	69	-64	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-42:47:-68:65)
c									
161	7	-1.689	9	-10	15	-16	72	-71	\$ llw
162	7	-1.689	9	-10	17	-18	72	-71	\$ llw
163	0	#161 #162	8	-11	14	-19	73	-70	\$ void
164	4	-7.85	7	-12	13	-20	74	-69	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-14:19:-73:70)
165	7	-1.689	9	-10	22	-23	72	-71	\$ llw
166	7	-1.689	9	-10	24	-25	72	-71	\$ llw
167	0	#165 #166	8	-11	21	-26	73	-70	\$ void
168	4	-7.85	7	-12	20	-27	74	-69	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-21:26:-73:70)
169	7	-1.689	9	-10	29	-30	72	-71	\$ llw
170	7	-1.689	9	-10	31	-32	72	-71	\$ llw
171	0	#169 #170	8	-11	28	-33	73	-70	\$ void
172	4	-7.85	7	-12	27	-34	74	-69	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-28:33:-73:70)
173	7	-1.689	9	-10	36	-37	72	-71	\$ llw
174	7	-1.689	9	-10	38	-39	72	-71	\$ llw
175	0	#173 #174	8	-11	35	-40	73	-70	\$ void
176	4	-7.85	7	-12	34	-41	74	-69	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-35:40:-73:70)
177	7	-1.689	9	-10	43	-44	72	-71	\$ llw
178	7	-1.689	9	-10	45	-46	72	-71	\$ llw
179	0	#177 #178	8	-11	42	-47	73	-70	\$ void
180	4	-7.85	7	-12	41	-48	74	-69	\$ container
									\$ container
									(-8:11:-42:47:-73:70)
181	7	-1.689	3	-4	15	-16	72	-71	\$ llw
182	7	-1.689	3	-4	17	-18	72	-71	\$ llw
183	0	#181 #182	2	-5	14	-19	73	-70	\$ void
184	4	-7.85	1	-6	13	-20	74	-69	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-14:19:-73:70)
185	7	-1.689	3	-4	22	-23	72	-71	\$ llw
186	7	-1.689	3	-4	24	-25	72	-71	\$ llw
187	0	#185 #186	2	-5	21	-26	73	-70	\$ void
188	4	-7.85	1	-6	20	-27	74	-69	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-21:26:-73:70)
189	7	-1.689	3	-4	29	-30	72	-71	\$ llw
190	7	-1.689	3	-4	31	-32	72	-71	\$ llw
191	0	#189 #190	2	-5	28	-33	73	-70	\$ void
192	4	-7.85	1	-6	27	-34	74	-69	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-28:33:-73:70)
193	7	-1.689	3	-4	36	-37	72	-71	\$ llw
194	7	-1.689	3	-4	38	-39	72	-71	\$ llw
195	0	#193 #194	2	-5	35	-40	73	-70	\$ void
196	4	-7.85	1	-6	34	-41	74	-69	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-35:40:-73:70)
197	7	-1.689	3	-4	43	-44	72	-71	\$ llw
198	7	-1.689	3	-4	45	-46	72	-71	\$ llw
199	0	#197 #198	2	-5	42	-47	73	-70	\$ void
200	4	-7.85	1	-6	41	-48	74	-69	\$ container
									\$ container
									(-2:5 :-42:47:-73:70)
c									
201	7	-1.689	9	-10	15	-16	77	-76	\$ llw
202	7	-1.689	9	-10	17	-18	77	-76	\$ llw
203	0	#201 #202	8	-11	14	-19	78	-75	\$ void

船体構造各部のCell

204	4	-7.85	7	-12	13	-20	79	-74	\$ container
									\$ container
205	7	-1.689	9	-10	22	-23	77	-76	\$ llw
206	7	-1.689	9	-10	24	-25	77	-76	\$ llw
207	0	#205	#206	8	-11	21	-26	78	-75 \$ void
208	4	-7.85	7	-12	20	-27	79	-74	\$ container
									\$ container
209	7	-1.689	9	-10	29	-30	77	-76	\$ llw
210	7	-1.689	9	-10	31	-32	77	-76	\$ llw
211	0	#209	#210	8	-11	28	-33	78	-75 \$ void
212	4	-7.85	7	-12	27	-34	79	-74	\$ container
									\$ container
213	7	-1.689	9	-10	36	-37	77	-76	\$ llw
214	7	-1.689	9	-10	38	-39	77	-76	\$ llw
215	0	#213	#214	8	-11	35	-40	78	-75 \$ void
216	4	-7.85	7	-12	34	-41	79	-74	\$ container
									\$ container
217	7	-1.689	9	-10	43	-44	77	-76	\$ llw
218	7	-1.689	9	-10	45	-46	77	-76	\$ llw
219	0	#217	#218	8	-11	42	-47	78	-75 \$ void
220	4	-7.85	7	-12	41	-48	79	-74	\$ container
									\$ container
221	7	-1.689	3	-4	15	-16	77	-76	\$ llw
222	7	-1.689	3	-4	17	-18	77	-76	\$ llw
223	0	#221	#222	2	-5	14	-19	78	-75 \$ void
224	4	-7.85	1	-6	13	-20	79	-74	\$ container
									\$ container
225	7	-1.689	3	-4	22	-23	77	-76	\$ llw
226	7	-1.689	3	-4	24	-25	77	-76	\$ llw
227	0	#225	#226	2	-5	21	-26	78	-75 \$ void
228	4	-7.85	1	-6	20	-27	79	-74	\$ container
									\$ container
229	7	-1.689	3	-4	29	-30	77	-76	\$ llw
230	7	-1.689	3	-4	31	-32	77	-76	\$ llw
231	0	#229	#230	2	-5	28	-33	78	-75 \$ void
232	4	-7.85	1	-6	27	-34	79	-74	\$ container
									\$ container
233	7	-1.689	3	-4	36	-37	77	-76	\$ llw
234	7	-1.689	3	-4	38	-39	77	-76	\$ llw
235	0	#233	#234	2	-5	35	-40	78	-75 \$ void
236	4	-7.85	1	-6	34	-41	79	-74	\$ container
									\$ container
237	7	-1.689	3	-4	43	-44	77	-76	\$ llw
238	7	-1.689	3	-4	45	-46	77	-76	\$ llw
239	0	#237	#238	2	-5	42	-47	78	-75 \$ void
240	4	-7.85	1	-6	41	-48	79	-74	\$ container
									\$ container
c									
241	4	-7.85	80	-81	88	-90	97	-102	\$ hold X
242	4	-7.85	83	-84	88	-90	97	-102	\$ hold X
243	4	-7.85	80	-84	87	-88	97	-102	\$ hold Y
244	4	-7.85	80	-84	90	-91	97	-102	\$ hold Y
245	4	-7.85	80	-84	87	-91	96	-97	\$ hold floor
246	4	-7.85	80	-84	87	-91	102	-103	\$ hatch cover iron
c	247	1	-2.20	80	-84	87	-91	103	-104 \$ concrete
c	248	1	-2.20	80	-84	87	-91	104	-105 \$ concrete
c	249	0		80	-84	87	-91	105	-106 \$ void in ceiling
250	4	-7.85	80	-84	87	-91	106	-107	\$ hatch cover iron
251	0		81	-82	88	-90	97	-102	\$ void in hold
252	0		82	-83	88	-90	97	-102	\$ void in hold
253	0		-116	(-80:84:-87:91:-96:107)					\$ void
254	0		116						\$ out world
c									
255	4	-7.80	80	-84	117	-118	103	-106	\$ iron plate
256	4	-7.80	80	-84	119	-120	103	-106	\$ iron plate
257	4	-7.80	80	-84	121	-122	103	-106	\$ iron plate
258	4	-7.80	80	-84	123	-124	103	-106	\$ iron plate
259	4	-7.80	80	-84	125	-126	103	-106	\$ iron plate
260	4	-7.80	80	-84	127	-128	103	-106	\$ iron plate
261	4	-7.80	80	-84	129	-130	103	-106	\$ iron plate
262	4	-7.80	80	-84	131	-132	103	-106	\$ iron plate
263	4	-7.80	80	-84	133	-134	103	-106	\$ iron plate
264	4	-7.80	80	-84	135	-136	103	-106	\$ iron plate
265	4	-7.80	80	-84	137	-138	103	-106	\$ iron plate
c									
266	4	-7.80	139	-140	87	-117	103	-106	\$ iron plate
267	4	-7.80	139	-140	118	-119	103	-106	\$ iron plate
268	4	-7.80	139	-140	120	-121	103	-106	\$ iron plate
269	4	-7.80	139	-140	122	-123	103	-106	\$ iron plate
270	4	-7.80	139	-140	124	-125	103	-106	\$ iron plate
271	4	-7.80	139	-140	126	-127	103	-106	\$ iron plate
272	4	-7.80	139	-140	128	-129	103	-106	\$ iron plate
273	4	-7.80	139	-140	130	-131	103	-106	\$ iron plate
274	4	-7.80	139	-140	132	-133	103	-106	\$ iron plate
275	4	-7.80	139	-140	134	-135	103	-106	\$ iron plate

船体構造各部のCell

276	4	-7.80	139	-140	136	-137	103	-106	\$ iron plate
277	4	-7.80	139	-140	138	-91	103	-106	\$ iron plate
c									
278	4	-7.80	141	-142	87	-117	103	-106	\$ iron plate
279	4	-7.80	141	-142	118	-119	103	-106	\$ iron plate
280	4	-7.80	141	-142	120	-121	103	-106	\$ iron plate
281	4	-7.80	141	-142	122	-123	103	-106	\$ iron plate
282	4	-7.80	141	-142	124	-125	103	-106	\$ iron plate
283	4	-7.80	141	-142	126	-127	103	-106	\$ iron plate
284	4	-7.80	141	-142	128	-129	103	-106	\$ iron plate
285	4	-7.80	141	-142	130	-131	103	-106	\$ iron plate
286	4	-7.80	141	-142	132	-133	103	-106	\$ iron plate
287	4	-7.80	141	-142	134	-135	103	-106	\$ iron plate
288	4	-7.80	141	-142	136	-137	103	-106	\$ iron plate
289	4	-7.80	141	-142	138	-91	103	-106	\$ iron plate
c									
290	2	-2.20	80	-84	87	-117	103	-104	\$ conc.
#266 #278									
291	2	-2.20	80	-84	118	-119	103	-104	\$ conc.
#267 #279									
292	2	-2.20	80	-84	120	-121	103	-104	\$ conc.
#268 #280									
293	2	-2.20	80	-84	122	-123	103	-104	\$ conc.
#269 #281									
294	2	-2.20	80	-84	124	-125	103	-104	\$ conc.
#270 #282									
295	2	-2.20	80	-84	126	-127	103	-104	\$ conc.
#271 #283									
296	2	-2.20	80	-84	128	-129	103	-104	\$ conc.
#272 #284									
297	2	-2.20	80	-84	130	-131	103	-104	\$ conc.
#273 #285									
298	2	-2.20	80	-84	132	-133	103	-104	\$ conc.
#274 #286									
299	2	-2.20	80	-84	134	-135	103	-104	\$ conc.
#275 #287									
300	2	-2.20	80	-84	136	-137	103	-104	\$ conc.
#276 #288									
301	2	-2.20	80	-84	138	-91	103	-104	\$ conc.
#277 #289									
c									
302	2	-2.20	80	-84	87	-117	104	-105	\$ conc.
#266 #278									
303	2	-2.20	80	-84	118	-119	104	-105	\$ conc.
#267 #279									
304	2	-2.20	80	-84	120	-121	104	-105	\$ conc.
#268 #280									
305	2	-2.20	80	-84	122	-123	104	-105	\$ conc.
#269 #281									
306	2	-2.20	80	-84	124	-125	104	-105	\$ conc.
#270 #282									
307	2	-2.20	80	-84	126	-127	104	-105	\$ conc.
#271 #283									
308	2	-2.20	80	-84	128	-129	104	-105	\$ conc.
#272 #284									
309	2	-2.20	80	-84	130	-131	104	-105	\$ conc.
#273 #285									
310	2	-2.20	80	-84	132	-133	104	-105	\$ conc.
#274 #286									
311	2	-2.20	80	-84	134	-135	104	-105	\$ conc.
#275 #287									
312	2	-2.20	80	-84	136	-137	104	-105	\$ conc.
#276 #288									
313	2	-2.20	80	-84	138	-91	104	-105	\$ conc.
#277 #289									
c									
314	0		80	-84	87	-117	105	-106	\$ air
#266 #278									
315	0		80	-84	118	-119	105	-106	\$ air
#267 #279									
316	0		80	-84	120	-121	105	-106	\$ air
#268 #280									
317	0		80	-84	122	-123	105	-106	\$ air
#269 #281									
318	0		80	-84	124	-125	105	-106	\$ air
#270 #282									
319	0		80	-84	126	-127	105	-106	\$ air
#271 #283									
320	0		80	-84	128	-129	105	-106	\$ air
#272 #284									
321	0		80	-84	130	-131	105	-106	\$ air
#273 #285									
322	0		80	-84	132	-133	105	-106	\$ air
#274 #286									
323	0		80	-84	134	-135	105	-106	\$ air
#275 #287									
324	0		80	-84	136	-137	105	-106	\$ air

船体構造各部のCell

	#276	#288						
325	0	80	-84	138	-91	105	-106	\$ air
	#277	#289						
c								
1	px	-330.0	\$	container plate 1				
2	px	-329.84	\$	container plate 1				
3	px	-305.0	\$	llw				
4	px	-35.0	\$	llw				
5	px	-10.16	\$	container plate 1				
6	px	-10.0	\$	container plate 1				
c								
7	px	10.0	\$	container plate 2				
8	px	10.16	\$	container plate 2				
9	px	35.0	\$	llw				
10	px	305.0	\$	llw				
11	px	329.84	\$	container plate 2				
12	px	330.0	\$	container plate 2				
c								
13	py	-440.0	\$	container plate 1				
14	py	-439.84	\$	container plate 1				
15	py	-412.0	\$	llw				
16	py	-361.0	\$	llw				
17	py	-343.0	\$	llw				
18	py	-292.0	\$	llw				
19	py	-264.16	\$	container plate 1				
20	py	-264.0	\$	container plate 1				
c								
21	py	-263.84	\$	container plate 2				
22	py	-236.0	\$	llw				
23	py	-177.0	\$	llw				
24	py	-159.0	\$	llw				
25	py	-100.0	\$	llw				
26	py	-88.16	\$	container plate 2				
27	py	-88.0	\$	container plate 2				
c								
28	py	-87.84	\$	container plate 3				
29	py	-60.0	\$	llw				
30	py	-9.0	\$	llw				
31	py	9.0	\$	llw				
32	py	60.0	\$	llw				
33	py	87.84	\$	container plate 3				
34	py	88.0	\$	container plate 3				
c								
35	py	88.16	\$	container plate 4				
36	py	100.0	\$	llw				
37	py	159.0	\$	llw				
38	py	177.0	\$	llw				
39	py	236.0	\$	llw				
40	py	263.84	\$	container plate 4				
41	py	264.0	\$	container plate 4				
c								
42	py	264.16	\$	container plate 5				
43	py	292.0	\$	llw				
44	py	343.0	\$	llw				
45	py	361.0	\$	llw				
46	py	412.0	\$	llw				
47	py	439.84	\$	container plate 5				
48	py	440.0	\$	container plate 5				
c								
49	pz	764.0	\$	container plate 1				
50	pz	763.39	\$	container plate 1				
51	pz	753.0	\$	llw				
52	pz	664.0	\$	llw				
53	pz	657.28	\$	container plate 1				
c								
54	pz	657.0	\$	container plate 2				
55	pz	656.39	\$	container plate 2				
56	pz	646.0	\$	llw				
57	pz	557.0	\$	llw				
58	pz	550.28	\$	container plate 2				
c								
59	pz	550.0	\$	container plate 3				
60	pz	549.39	\$	container plate 3				
61	pz	539.0	\$	llw				
62	pz	449.0	\$	llw				
63	pz	443.28	\$	container plate 3				
c								
64	pz	443.0	\$	container plate 4				
65	pz	442.39	\$	container plate 4				
66	pz	432.0	\$	llw				
67	pz	343.0	\$	llw				
68	pz	336.28	\$	container plate 4				
c								
69	pz	336.0	\$	container plate 5				
70	pz	335.39	\$	container plate 5				
71	pz	325.0	\$	llw				

船体構造各部のSurface

```

72 pz 236.0 $ llw
73 pz 229.28 $ container plate 5
c
74 pz 229.0 $ container plate 6
75 pz 228.39 $ container plate 6
76 pz 218.0 $ llw
77 pz 129.0 $ llw
78 pz 122.28 $ container plate 6
79 pz 122.0 $ container plate 6
c
80 px -413.0 $ No 4 hold
81 px -412.0 $ No 4 hold
82 px 0.0 $ No 4 hold
83 px 412.0 $ No 4 hold
84 px 413.0 $ No 4 hold
c
c 85 py -802.0 $ iron side
c 86 py -800.0 $ iron side
87 py -472.0 $ hold iron
88 py -470.0 $ hold iron
89 py 0.0 $ hold
90 py 470.0 $ hold iron
91 py 472.0 $ hold iron
c 92 py 800.0 $ iron side
c 93 py 802.0 $ iron side
c
94 pz -2.0 $
95 pz 0.0 $
96 pz 118.0 $ hold
97 pz 120.0 $ hold
c 98 pz 510.0 $ accomodation
c 99 pz 511.0 $ accomodation
c 100 pz 800.0 $ deki
c 101 pz 802.0 $ deki
102 pz 891.0 $ hatch cover lower surface
103 pz 892.0 $ iron in hatch cover
104 pz 900.0 $ concrete in hatch cove
105 pz 908.0 $ air in hatch cover
106 pz 925.0 $ iron in hatch cover
107 pz 926.0 $ hatch cover upper surface
c 108 pz 1225.0 $ accomodation
c 109 pz 1226.0 $ accomodation
c 110 pz 1525.0 $ accomodation
c 111 pz 1526.0 $ accomodation
c 112 pz 1800.0 $ accomodation
c 113 pz 1801.0 $ accomodation
c 114 pz 1999.0 $ accomodation
c 115 pz 2000.0 $ accomodation
c
116 sz 500.0 5000.0 $ out world
c
117 py -392.85 $ iron flame in No.4 harch cover
118 py -392.15 $ iron flame in No.4 harch cover
119 py -314.35 $ iron flame in No.4 harch cover
120 py -313.65 $ iron flame in No.4 harch cover
121 py -235.85 $ iron flame in No.4 harch cover
122 py -235.15 $ iron flame in No.4 harch cover
123 py -157.35 $ iron flame in No.4 harch cover
124 py -156.65 $ iron flame in No.4 harch cover
125 py -78.85 $ iron flame in No.4 harch cover
126 py -78.15 $ iron flame in No.4 harch cover
127 py -0.35 $ iron flame in No.4 harch cover
128 py 0.35 $ iron flame in No.4 harch cover
129 py 78.15 $ iron flame in No.4 harch cover
130 py 78.85 $ iron flame in No.4 harch cover
131 py 156.65 $ iron flame in No.4 harch cover
132 py 157.35 $ iron flame in No.4 harch cover
133 py 235.15 $ iron flame in No.4 harch cover
134 py 235.85 $ iron flame in No.4 harch cover
135 py 313.65 $ iron flame in No.4 harch cover
136 py 314.35 $ iron flame in No.4 harch cover
137 py 392.15 $ iron flame in No.4 harch cover
138 py 392.85 $ iron flame in No.4 harch cover
c
139 px -123.5 $ iron flame in No.4 harch cover
140 px -122.8 $ iron flame in No.4 harch cover
141 px 123.5 $ iron flame in No.4 harch cover
142 px 124.2 $ iron flame in No.4 harch cover

```

船体構造各部のSurface

```

c *tr1 0.0 0.0 0.0 0 90 90 90 45 135 90 45 45
c *tr2 0.0 50. 50. 0 90 90 90 45 45 90 135 45
c coordinate transformation on y axis by theta
mode p
phys:p 100.0 1 0
c
sc1 llw in No.4 hold (total 1.1783*10**11 p/s Cs-137 + Co-60)
c

```

```

sdef  erg=fcel=d1  cel=d2  wgt=1.0
      x=fcel=d3  y=fcel=d4  z=fcel=d5
c
ds1  s  800 801 802 803 804 805 806 807 808 809
      810 811 812 813 814 815 816 817 818 819
      820 821 822 823 824 825 826 827 828 829
      830 831 832 833 834 835 836 837 838 839
      840 841 842 843 844 845 846 847 848 849
      850 851 852 853 854 855 856 857 858 859
      860 861 862 863 864 865 866 867 868 869
      870 871 872 873 874 875 876 877 878 879
      880 881 882 883 884 885 886 887 888 889
      890 891 892 893 894 895 896 897 898 899
      900 901 902 903 904 905 906 907 908 909
      910 911 912 913 914 915 916 917 918 919
c
si800 1 0.662 1.17 1.33
si801 1 0.662 1.17 1.33
si802 1 0.662 1.17 1.33
si803 1 0.662 1.17 1.33
si804 1 0.662 1.17 1.33
si805 1 0.662 1.17 1.33
si806 1 0.662 1.17 1.33
si807 1 0.662 1.17 1.33
si808 1 0.662 1.17 1.33
si809 1 0.662 1.17 1.33
si810 1 0.662 1.17 1.33
si811 1 0.662 1.17 1.33
si812 1 0.662 1.17 1.33
si813 1 0.662 1.17 1.33
si814 1 0.662 1.17 1.33
si815 1 0.662 1.17 1.33
si816 1 0.662 1.17 1.33
si817 1 0.662 1.17 1.33
si818 1 0.662 1.17 1.33
si819 1 0.662 1.17 1.33
si820 1 0.662 1.17 1.33
si821 1 0.662 1.17 1.33
si822 1 0.662 1.17 1.33
si823 1 0.662 1.17 1.33
si824 1 0.662 1.17 1.33
si825 1 0.662 1.17 1.33
si826 1 0.662 1.17 1.33
si827 1 0.662 1.17 1.33
si828 1 0.662 1.17 1.33
si829 1 0.662 1.17 1.33
si830 1 0.662 1.17 1.33
si831 1 0.662 1.17 1.33
si832 1 0.662 1.17 1.33
si833 1 0.662 1.17 1.33
si834 1 0.662 1.17 1.33
si835 1 0.662 1.17 1.33
si836 1 0.662 1.17 1.33
si837 1 0.662 1.17 1.33
si838 1 0.662 1.17 1.33
si839 1 0.662 1.17 1.33
si840 1 0.662 1.17 1.33
si841 1 0.662 1.17 1.33
si842 1 0.662 1.17 1.33
si843 1 0.662 1.17 1.33
si844 1 0.662 1.17 1.33
si845 1 0.662 1.17 1.33
si846 1 0.662 1.17 1.33
si847 1 0.662 1.17 1.33
si848 1 0.662 1.17 1.33
si849 1 0.662 1.17 1.33
si850 1 0.662 1.17 1.33
si851 1 0.662 1.17 1.33
si852 1 0.662 1.17 1.33
si853 1 0.662 1.17 1.33
si854 1 0.662 1.17 1.33
si855 1 0.662 1.17 1.33
si856 1 0.662 1.17 1.33
si857 1 0.662 1.17 1.33
si858 1 0.662 1.17 1.33
si859 1 0.662 1.17 1.33
si860 1 0.662 1.17 1.33
si861 1 0.662 1.17 1.33
si862 1 0.662 1.17 1.33
si863 1 0.662 1.17 1.33
si864 1 0.662 1.17 1.33
si865 1 0.662 1.17 1.33
si866 1 0.662 1.17 1.33
si867 1 0.662 1.17 1.33
si868 1 0.662 1.17 1.33
si869 1 0.662 1.17 1.33
si870 1 0.662 1.17 1.33

```

第 4 船倉内LLWのガンマ線源条件

0.662 (MeV) : ^{137}Cs のガンマ線

1.17 (MeV) 1.33 (MeV) : ^{60}Co のガンマ線

si871	1	0.662	1.17	1.33
si872	1	0.662	1.17	1.33
si873	1	0.662	1.17	1.33
si874	1	0.662	1.17	1.33
si875	1	0.662	1.17	1.33
si876	1	0.662	1.17	1.33
si877	1	0.662	1.17	1.33
si878	1	0.662	1.17	1.33
si879	1	0.662	1.17	1.33
si880	1	0.662	1.17	1.33
si881	1	0.662	1.17	1.33
si882	1	0.662	1.17	1.33
si883	1	0.662	1.17	1.33
si884	1	0.662	1.17	1.33
si885	1	0.662	1.17	1.33
si886	1	0.662	1.17	1.33
si887	1	0.662	1.17	1.33
si888	1	0.662	1.17	1.33
si889	1	0.662	1.17	1.33
si890	1	0.662	1.17	1.33
si891	1	0.662	1.17	1.33
si892	1	0.662	1.17	1.33
si893	1	0.662	1.17	1.33
si894	1	0.662	1.17	1.33
si895	1	0.662	1.17	1.33
si896	1	0.662	1.17	1.33
si897	1	0.662	1.17	1.33
si898	1	0.662	1.17	1.33
si899	1	0.662	1.17	1.33
si900	1	0.662	1.17	1.33
si901	1	0.662	1.17	1.33
si902	1	0.662	1.17	1.33
si903	1	0.662	1.17	1.33
si904	1	0.662	1.17	1.33
si905	1	0.662	1.17	1.33
si906	1	0.662	1.17	1.33
si907	1	0.662	1.17	1.33
si908	1	0.662	1.17	1.33
si909	1	0.662	1.17	1.33
si910	1	0.662	1.17	1.33
si911	1	0.662	1.17	1.33
si912	1	0.662	1.17	1.33
si913	1	0.662	1.17	1.33
si914	1	0.662	1.17	1.33
si915	1	0.662	1.17	1.33
si916	1	0.662	1.17	1.33
si917	1	0.662	1.17	1.33
si918	1	0.662	1.17	1.33
si919	1	0.662	1.17	1.33

第4 船倉内LLWのガンマ線源条件

c				
sp800	d	0.0495	0.47525	0.47525
sp801	d	0.0495	0.47525	0.47525
sp802	d	0.98793	0.00603	0.00603
sp803	d	0.98793	0.00603	0.00603
sp804	d	0.73808	0.13096	0.13096
sp805	d	0.73808	0.13096	0.13096
sp806	d	0.03608	0.48196	0.48196
sp807	d	0.03608	0.48196	0.48196
sp808	d	0.03922	0.48039	0.48039
sp809	d	0.03922	0.48039	0.48039
sp810	d	0.54462	0.22769	0.22769
sp811	d	0.54462	0.22769	0.22769
sp812	d	0.93627	0.03187	0.03187
sp813	d	0.93627	0.03187	0.03187
sp814	d	0.88889	0.05555	0.05555
sp815	d	0.88889	0.05555	0.05555
sp816	d	0.83454	0.08273	0.08273
sp817	d	0.83454	0.08273	0.08273
sp818	d	0.0321	0.48395	0.48395
sp819	d	0.0321	0.48395	0.48395
sp820	d	0.94287	0.02856	0.02856
sp821	d	0.94287	0.02856	0.02856
sp822	d	0.15527	0.42237	0.42237
sp823	d	0.15527	0.42237	0.42237
sp824	d	0.03344	0.48328	0.48328
sp825	d	0.03344	0.48328	0.48328
sp826	d	0.03067	0.48467	0.48467
sp827	d	0.03067	0.48467	0.48467
sp828	d	0.97961	0.01019	0.01019
sp829	d	0.97961	0.01019	0.01019
sp830	d	0.59818	0.20091	0.20091
sp831	d	0.59818	0.20091	0.20091
sp832	d	0.97557	0.01222	0.01222
sp833	d	0.97557	0.01222	0.01222
sp834	d	0.04175	0.47913	0.47913
sp835	d	0.04175	0.47913	0.47913
sp836	d	0.90426	0.04787	0.04787

sp837	d	0.90426	0.04787	0.04787
sp838	d	0.83474	0.08263	0.08263
sp839	d	0.83474	0.08263	0.08263
sp840	d	0.13164	0.43418	0.43418
sp841	d	0.13164	0.43418	0.43418
sp842	d	0.0584	0.4708	0.4708
sp843	d	0.0584	0.4708	0.4708
sp844	d	0.53352	0.23324	0.23324
sp845	d	0.53352	0.23324	0.23324
sp846	d	0.94093	0.02954	0.02954
sp847	d	0.94093	0.02954	0.02954
sp848	d	0.58041	0.20979	0.20979
sp849	d	0.58041	0.20979	0.20979
sp850	d	0.01951	0.49024	0.49024
sp851	d	0.01951	0.49024	0.49024
sp852	d	0.02136	0.48932	0.48932
sp853	d	0.02136	0.48932	0.48932
sp854	d	0.02605	0.48698	0.48698
sp855	d	0.02605	0.48698	0.48698
sp856	d	0.98529	0.00736	0.00736
sp857	d	0.98529	0.00736	0.00736
sp858	d	0.25692	0.37154	0.37154
sp859	d	0.25692	0.37154	0.37154
sp860	d	0.34953	0.32523	0.32523
sp861	d	0.34953	0.32523	0.32523
sp862	d	0.47319	0.26341	0.26341
sp863	d	0.47319	0.26341	0.26341
sp864	d	0.35677	0.32161	0.32161
sp865	d	0.35677	0.32161	0.32161
sp866	d	0.2113	0.39435	0.39435
sp867	d	0.2113	0.39435	0.39435
sp868	d	0.62962	0.18519	0.18519
sp869	d	0.62962	0.18519	0.18519
sp870	d	0.88604	0.05698	0.05698
sp871	d	0.88604	0.05698	0.05698
sp872	d	0.5376	0.2312	0.2312
sp873	d	0.5376	0.2312	0.2312
sp874	d	0.71994	0.14003	0.14003
sp875	d	0.71994	0.14003	0.14003
sp876	d	0.9949	0.00255	0.00255
sp877	d	0.9949	0.00255	0.00255
sp878	d	0.95622	0.02189	0.02189
sp879	d	0.95622	0.02189	0.02189
sp880	d	0.0361	0.48195	0.48195
sp881	d	0.0361	0.48195	0.48195
sp882	d	0.052	0.474	0.474
sp883	d	0.052	0.474	0.474
sp884	d	0.02814	0.48593	0.48593
sp885	d	0.02814	0.48593	0.48593
sp886	d	0.49616	0.25192	0.25192
sp887	d	0.49616	0.25192	0.25192
sp888	d	0.25619	0.3719	0.3719
sp889	d	0.25619	0.3719	0.3719
sp890	d	0.03317	0.48341	0.48341
sp891	d	0.03317	0.48341	0.48341
sp892	d	0.05786	0.47107	0.47107
sp893	d	0.05786	0.47107	0.47107
sp894	d	0.03234	0.48383	0.48383
sp895	d	0.03234	0.48383	0.48383
sp896	d	0.18754	0.40623	0.40623
sp897	d	0.18754	0.40623	0.40623
sp898	d	0.58905	0.20548	0.20548
sp899	d	0.58905	0.20548	0.20548
sp900	d	0.00888	0.49556	0.49556
sp901	d	0.00888	0.49556	0.49556
sp902	d	0.35089	0.32456	0.32456
sp903	d	0.35089	0.32456	0.32456
sp904	d	0.24921	0.37539	0.37539
sp905	d	0.24921	0.37539	0.37539
sp906	d	0.73413	0.13293	0.13293
sp907	d	0.73413	0.13293	0.13293
sp908	d	0.01655	0.49173	0.49173
sp909	d	0.01655	0.49173	0.49173
sp910	d	0.03985	0.48007	0.48007
sp911	d	0.03985	0.48007	0.48007
sp912	d	0.13123	0.43438	0.43438
sp913	d	0.13123	0.43438	0.43438
sp914	d	0.78337	0.10832	0.10832
sp915	d	0.78337	0.10832	0.10832
sp916	d	0.69981	0.15009	0.15009
sp917	d	0.69981	0.15009	0.15009
sp918	d	0.04154	0.47923	0.47923
sp919	d	0.04154	0.47923	0.47923

c

si2	1	1	2	5	6	9	10	13	14	17	18
		21	22	25	26	29	30	33	34	37	38
		41	42	45	46	49	50	53	54	57	58

第4 船倉内LLWのガンマ線源条件