SANDIA REPORT

SAND2013-7503
Unlimited Release
Printed September 2013

GADRAS-DRF UsersôManual

[ƛǎl· ¢KŜƛǎŜyΣ 5Ŝl·y ƒ aƛǘŎKŜƒƒΣ DƝŜƎ ¢K2ƝŜǎ2yΣ [ŜŜ l l·ƝŘƛyƎΣ W2y ƒ .Ɲl·ŘƒŜèΣ .ƝèŎŜ 9ƒŘƝƛŘƎŜΣ ² ŜyŘè ! Y l·ƛ l·yŘ {ǘŜØŜ l 2ƝyŜ

Prepared by
Sandia National Laboratories
Albuquerque, New Mexico 87185 and Livermore, California 94550

Sandia National Laboratories is a multi-program laboratory managed and operated by Sandia Corporation, a wholly owned subsidiary of Lockheed Martin Corporation, for the U.S. Department of Energy's National Nuclear Security Administration under contract DE-AC04-94AL85000.

Approved for public release; further dissemination unlimited.

Sandia National Laboratories

Lăăďďzŝŝŕŕ ōè {l·yŕŕλl· bl·ŭλ2yl·f [l·ō2ŃŃl·ŭ2ŃŃλŝăŝ 2LJŝŃŃl·ŭŝŕŕ ŕ2ŃŃ ŭKŝ ¦ yŃŃŝŕŕ {ŭl·ŭŝă 5ŝLJl·ŃŃŃŃŷŝŷŃŃ 2ŕ 9yŝŃŃ∃è ōè {l·yŕŕλl· /2ŃŃLJ2ŃŃl·ŭλ2yφ

bh¢L/9Y ¢KŃăă ŃŃŝLJ2ŃŃŃŃŃ ǿl·ă LJŃŃŝLJl·ŃŃŝŕŕ l·ă l·y˜l·ŃŃŃ2dzyŃŃ 2ŕ ǿ2ŃŃ˜ ăLJ2yăă2ŃŃŝŕŕ ōè l·y˜l·∃ŝyŃŃè 2ŕ ŭKŝ ¦ yŃŃŝŕŕ {ŭl·ŭŝă D2ØŝŃŃyYŷŝŷŃŃφ bŝŃŃŭKŝŃŃ ŭKŝ ¦ yŃŃŝŕŕ {ŭl·ŭŝă D2ØŝŃŃyYŷŝŷŃŃŃ y2ŃŃ l·yè l·∃ŝyŃŃè ŃŃŭKŝŃŃŃŝ2ŕŕ y2ŃŃ l·yè 2ŕ ŭKŝŃŃŃ ŝYŷLJŃŃf2èŝŝăŃŃ y2ŃŃ l·yè 2ŕ ŭKŝŃŃŃ ŃŃ2yŃŃŃl·ŃŃŃŃŃ2ŃŃăŃŃ ăăďďzŃŃŃ2ŃŃ ŭKŝŃŃŃ ŝYŷLJf2èŝŝăŃŃ Y l·˜ŝ l·yè ǿl·ŃŃŃl·yŃŃèŃŃ ŝÈŃLJŃŃŝăă 2ŃŃ ŃYŷLJfŃŃŝŕŕŃŃ 2ŃŃ l·ăăďďzYŝ l·yè ŕŝ∃l·f ŕŃl·ŃŃŕŕŃŃè 2ŃŃ ŃŃŝăLJ2yăŃŃŕŕŃŃè ŕ2ŃŃ ŭKŝ l·ŃŃŃďďzŃŃl·ŃèŃŃ Ń2YŷLJŕŝŃŃŷŝăăŃŃ 2ŃŃ ďďzăŝŕŕďďzfyŝăă 2ŕ l·yè ŃyŕŕŃŃYl·ŭλ2yŃŃ l·LJŃŃl·ŃŃl·ŃŃďďzăŃŃ LJŃŃ2ŕŕďďzŃŃŃŃ 2ŃŃ LJŃŃ2ŃŃŝăă ŕŕăŃŃf2ăŝŕŕŃŃ 2ŃŃ ŃŃŝLJŃŃŝăŝŷŃŃ ŭKŃŃl·ŃŃ ŃŃŭ ďďzăŝ ǿ2ďďzŕŕ yŃŃŭ ŃyŕŕŃŃŃyŃŃŝ LJŃŃŃǿŃŃl·ŃŃŝŕŕè 2ǿŷŝŕŕ ŃŃŃŃKŃŃăφ wŝŕŕŝŃŃŝŷŃŃŝ KŝŃŃŝŃŃŷ˜ŃŃ2 l·yè ăLJŝŃŃŃŃŃŃŃ ŃŃ2YYŝŃŃŃŃŃl·f LJŃŃ2ŕŕďďzŃŃŃŃ LJŃŃ2ŃŃŝăăŃŃ 2ŃŃ ăŝŃŃǿŃŃŃŝ ōè ŃŃŃl·ŕŕŝ yŃ·YŝŃŃ ŃŃŃl·ŕŕŝY l·Ń˜Ń˜ Y˜l·yďďzŕŕl·ŃŃďďzŃŃŝŃŃŃ 2ŃŃ 2ŃŃKŝŃŃǿŃŃăŝŃŃ ŕ2ŝă yŃŃŃŝăăl·ŃŃŃŃŃè ŃŃ2yăŃŃŃŃŃďďzŃŃŝ 2ŃŃ ŃYŷLJŃŃè ŃŃăă ŝyŕŕ2ŃŃăŝYŷŝŷŃŃŃ ŃŃŝŃŃ2YYŝyŕŕl·ŃŃ2yŃŃ 2ŃŃ ŕŕl·ǿ2ŃŃŃyŃ ōè ŃŃŝ ¦ yŃŃŝŕŕ {ŭl·ŭŝă D2ØŝŃŃyYŷŝŷŃŃŃ l·yè l·∃ŝyŃŃè ŃŃŝŃŃŝ2ŕŕŃ 2ŃŃ l·yè 2ŕ ŭKŝŃŃŃ ŃŃ2yŃŃŃl·ŃŃŃŃŃ2ŃŃă 2ŃŃ ăďďzŃŃŃ2yŃŃŃl·ŃŃŃŃŃ2ŃŃăφ ¢KŝŃŃŃŃŃ ǿŃŃŝǿă l·yŕŕ 2LJŃŃŃŃ2yăŃŃŝŃŃŝăăŝŕŕ KŝŃŃŝŃŃŃŃŃŕŕ2 yŃŃŝŃŃŝăăl·ŃŃŃŃŃè ăŃŃl·ŃŃŝ 2ŃŃ ŃŃŝŕŕŝŃŃŃŃ ŃŃ2ăŝ 2ŕ ŭKŝ ¦ yŃŃŝŕŕ {ŭl·ŭŝă D2ØŝŃŃyYŷŝŷŃŃŃ l·yè l·∃ŝyŃŃè ŃŃŝŃŃŝ2ŕŕŃ 2ŃŃ l·yè 2ŕ ŭKŝŃŃŃ ŃŃ2yŃŃŃl·ŃŃŃŃŃ2ŃŃăφ

tŃŃŃyŃŃŝŕŕ ŃŃŃŃŃŃŃ

{ ! b5 нлмоπтрло
¦ yƒλY˙λŭŜŘ wŜƭŜI·ăŜ
t ℕλyŭŜŘ {ŜLJŭŜY˙ōŜℕ нлмо

GADRAS-DRF UsersôManual

[λăI· ¢KŜλăŜy∑ 5ŜI·y˙ a λŭŎKŜƭƒ∑ DℕŜ∃ ¢K2ℕŜă2y∑ [ŜŜ I I·ℕŘλy∃∑ {ŭŜØŜ I 2ℕyŜ
/2yŭℕI·ōI·yŘ 5ŜŭŜŎŭλ2y∑ a {лтун

W2y˙ .ℕI·ŘƭŜè
LyŭŜℕ I·ŎŭλØŜ {èăŭŜY˙ă {λY˙dzƭI·ŭλ2y˙I·yŘ ! yI·ƭèăλă∑ a {мллп

.ℕèŎŜ 9ƭŘℕλŘ∃Ŝ
LyŭŜƭƒλ∃Ŝyŭ {èăŭŜY˙ă /2yŭℕ2ƭă a {πмлмл

² ŜyŘè ! Y˙I·λ
w2ō2ŭλŎ {ŜŎdzℕλŭè {èăŭŜY˙ă a {πммнр
{I·yŘλI· bI·ŭλ2yI·ƭ [I·ō2ℕI·ŭ2ℕλŜă
t ϕhϕ .2È рулл
! fōdzIjdzŜℕIjdzŜ∑ bŜø a ŜÈλŎ2 утмур

! ōăŭℕI·Ŏŭ

¢KŜ DI·YY˙I· 5ŜŭŜŎŭ2ℕ wŜăLJ2yãŜ I·yŘ ! yI·fèăλă {2ƭŭøI·ℕŜς5ŜŭŜŎŭ2ℕ wŜăLJ2yãŜ CdzyŎŭλ2y˙óD ! 5w ! {π5wCú
I·LJLJƭλŎI·ŭλ2y˙Ŏ2Y˙LJdzŭŜă ŭKŜ ℕŜăLJ2yãŜ 2ƭ ∃I·YY˙I·πℕI·è ŘŜŭŜŎŭ2ℕă ŭ2 λyŎ2Y˙λy∃ ℕI·ŘλI·ŭλ2yΦ ¢Kλă Y˙I·ydzI·ƭ
LJℕ2ØλŘŜă ăŭŜLJπōèπăŭŜLJ LJℕ2ŎŜŘdzℕŜă ŭ2 I·ŎIjdzI·λyŭ yŜø dzăŜℕă øλŭK ŭKŜ dzăŜ 2ƭ ŭKŜ I·LJLJƭλŎI·ŭλ2yΦ ¢KŜ ŎI·LJI·ōλƭλŭλŜă
λyŎƭdzŘŜ ŎKI·ℕI·ŎŭŜℕλÎI·ŭλ2y˙2ƭ ŘŜŭŜŎŭ2ℕ ℕŜăLJ2yãŜ LJI·ℕI·Y˙ŜŭŜℕă∑ LJƭ2ŭŭλy∃ I·yŘ ØλŜøλy∃ YŜI·ădzℕŜŘ I·yŘ
Ŏ2Y˙LJdzŭŜŘ ăLJŜŎŭℕI·∑ I·yŘ I·yI·fèÎλy∃ ăLJŜŎŭℕI· ŭ2 λŘŜyŭλƭè λă2ŭ2LJŜă 2ℕ ŭ2 Ŝăŭλ Y˙I·ŭŜ ƭƭdzÈ LJℕ2ƭλƭŜăϕ D ! 5w ! {π5wC
ŎI·y˙Ŏ2Y˙LJdzŭŜ I·yŘ LJℕ2ØλŘŜ ŘŜŭŜŎŭ2ℕ ℕŜăLJ2yãŜă IjdzλŎ˥fè I·yŘ I·ŎŎdzℕI·ŭŜfèΣ ∃λØλy∃ ℕŜăŜI·ℕŎKŜℕă I·yŘ 2ŭKŜℕ dzăŜℕă
ŭKŜ I·ōλƭλŭè ŭ2 2ōŭI·λy˙dzăI·ōƭŜ ℕŜădzƭŭă λy˙I· ŭλY˙Ŝƭè Y˙I·yŷŜℕ óI· Y˙I·ŭŭŜℕ 2ƭ ăŜŎ2yŘă 2ℕ Y˙λydzŭŜăúϕ

!ŏʅƴƻǿƭŜŘƎƴŜƴǘǎ

¢Kƛǎ LƴƝƻƧŜŎǘ ǿƛ·ǎ ŦƝƶƴŘŜŘ ōè ǘKŜ ¦ϕ{ϕ 5ŜLƴƛ·ƝǘƴŜƴǘ ƻŦ 9ƴŜƝƎèƝǎ hŦŦƛŎŜ ƻŦ tƝƻƭƛŦŜƝƛ·ǘƛƻƴ 5ŜǘŜŎǘƛƻƴ ǘKŜ ¦ϕ{ϕ 5ŜLƴƛ·ƝǘƴŜƴǘ ƻŦ ƛƻƴŜƭƛ·ƴŘ {ŜŎƝƝƛǘèƝǎ 5ƻƴŜǎǘƛŎ bƝƝŎƭŜƛ·Ɲ 5ŜǘŜŎǘƛƻƴ hŦŦƛŎŜ ƛ·ƴŘ ǘKŜ ¦ϕ{ϕ 5ŜLƴƛ·ƝǘƴŜƴǘ ƻŦ 5ŜŦŜƴǎŜƝǎ 5ŜŦŜƴǎŜ ¢KƝŜƛ·ǘ wŜŘƝƝŎǘƛƻƴ !ƎŜƴŎèϕ

CONTENTS

м D!5w!{π5wC .l·ăλŎă ... ф

м¢м D!5w!{π5wC 5l·ű l· CλfŜ /2yØŜyűλ2yã l·yŘ C2ŊΥl·űă ... ф

м¢н bdzŎfŜl·Ŋ 5l·űl· [λōŊl·ŊλŜă ... ф

м¢н¢м Lă2ű2LJŜ 5l·űl·ōl·ăŜ ó5.ú ... ф

м¢н¢н ó/l·fλōŊl·űŜŘú {2dzŊŎŜ 5l·űl·ōl·ăŜ ó5.ú ... мл

м¢о 52ăŜ /l·fŎdzfl·űλ2y ... мм

н 5ŜűŜŎű2Ŋ wŜăLJ2yãŜ CdzyŎűλ2y ... мо

н¢м 5ŜűŜŎű2Ŋ wŜăLJ2yãŜ CdzyŎűλ2y ... мо

н¢м¢м /2LJèλyƎ l·y 9Èλăűλy Ǝ 5ŜűŜŎű2Ŋ wŜăLJ2yãŜ CdzyŎűλ2y ó5ŜűŜŎű2Ŋ¢Řl·űú ... мо

н¢м¢н /ŊŜl·űλyƎ l· bŜǿ 5ŜűŜŎű2ŊΥ ¢ǿ2 hLJűλ2yã ... мо

н¢н 5ŜűŜŎű2Ŋ tl·Ŋl·ΥŜűŜŊă λyűKŜ 5ŜűŜŎű2Ŋ¢Řl·ű CλfŜă ... мр

н¢н¢м 5λΥŜyãλ2yã l·yŘ 5λăűl·yŎŜ ... мс

н¢н¢н !űűŜydzl·ű2Ŋ ... мт

н¢н¢о {Ŏl·űűŜŊ tl·Ŋl·ΥŜűŜŊă ... му

н¢н¢п aλăŎŜffl·yŜ2dză tl·Ŋl·ΥŜűŜŊă ... му

о t/C {LJŜŎűŊl·f CλfŜ ... нм

п tf2űűλyƎκ±λŜǿλyƎ {LJŜŎűŊl· óǾλl· t/C CλfŜú ... нп

п¢м aŜl·ădzŊŜŘ {LJŜŎűŊl· ... нп

п¢н /2ΥLJdzűŜŘ {LJŜŎűŊl· ... нс

п¢о ¢22fă 2yűKŜ DŊl·LJK ²λyŘ2ǿ ... ну

р 9yŜŊƎè /l·fλōŊl·űλ2y 2ŦΥ {LJŜŎűŊl· ... ом

р¢м al·ydzl·f 9yŜŊƎè /l·fλōŊl·űλ2y dzăλyƎ D!5w!{π5wC ... он

р¢н DŊl·LJKλŎl·f 9yŜŊƎè /l·fλōŊl·űλ2y ... ор

с !yl·fèÎλyƎ {LJŜŎűŊl· ... от

с¢м DŊl·LJKλŎl·f !yl·fèăλă ¦ăλyƎ tf2ű hǾŜŊfl·èă ŦŊ2Υ [λōŊl·Ŋè ... от

с¢н bdzΥŜŊλŎl·f {LJŜŎűŊl·f !yl·fèăλă ... от

с¢о {2dzŊŎŜ [λōŊl·ŊλŜă ... оу

с¢п Lyű Ŋ2ŘdzŎűλ2y ű2 [λyŜl·Ŋ wŜƎŊŜăăλ2y !yl·fèăλă ... оф

с¢п¢м {λyƎfŜ wŜƎŊŜăăλ2y !yl·fèăλă ... пл

с¢п¢н adzfűλLJfŜ wŜƎŊŜăăλ2y !yl·fèăλă ... пн

с¢р /2ΥLJdzűŜ CfdzÈ ... по

т /2yŎfdzăλ2y ... пп

CλƎdzNŜǎ

CλƎdzNŜ мΦ ¢22fǎ YŜyƀz űl·ō 2y˙űKŜ Y˙l·λy˙LJl·ƎŜΦ ΦΦΦ

CλƎdzℕŜ ну¢ ¢KŜ !yl·fèÎŜ űl·ō 2y˜űKŜ Y˙l·λy˜LJl·ƎŜ Ŏ2yűl·λyã űKℕŜŜ ydzY˙ŜℕλŎl·f l·yl·fèăλă űl·ō 2LJűλ2yãY {λyƎfŜ
wŜƎℕŜăăλ2y˜ adzfűλLJfŜ wŜƎℕŜăăλ2y˜ l·yŘ CfdzÈ¢ ¢KŜ ă2dzℕŎŜ fλōℕl·ℕλŜă l·ℕŜ f2Ŏl·űŜŘ λy˜űKŜ Y˙λŘŘfŜ 2Ŧ
űKŜ l·yl·fèăλă űl·ō Ŧ2ℕ Ŝl·ŎK 2LJűλ2y¢oy

CλƎdzℕŜ нф¢ Lă2ű2LJŜ fλōℕl·ℕè LJl·ƎŜ Ŧ2ℕ λă2ű2LJŜ λyŎfdzăλ2y˜λy˜űKŜ ydzY˙ŜℕλŎl·f l·yl·fèăλă¢оф

CλƎdzℕŜ ол¢ {λyƎfŜ wŜƎℕŜăăλ2y˜ !yl·fèăλă űl·ō ǿλűK ннcwl·Σ нон¢KΣ плYΣ l·yŘ yy¸ ăŜfŜŎűŜŘ Ŧℕ2Y˙ űKŜ λă2ű2LJŜ
ă2dzℕŎŜ fλōℕl·ℕè l·yŘ űKŜ ăKλŜfŘλyƎ 2LJűλ2yã l·ŎűλØl·űŜŘ¢пм

CλƎdzℕŜ ом¢ DℕI·LJK 2Ŧ {λyƎfŜ wŜƎℕŜăăλ2y˜ !yl·fèăλă 2Ŧ l· yy¸ ăLJŜŎűℕdzY˙¢пм

CλƎdzℕŜ он¢ {λyƎfŜ wŜƎℕŜăăλ2y˜ !yl·fèăλă {dzY˙Y˙l·ℕè tl·ƎŜ¢пн

CλƎdzℕŜ оо¢ DℕI·LJK 2Ŧ adzfűλLJfŜ wŜƎℕŜăăλ2y˜ !yl·fèăλă 2Ŧ yy¸ ăLJŜŎűℕdzY˙¢пн

CλƎdzℕŜ оп¢ adzfűλLJfŜ wŜƎℕŜăăλ2y˜ !yl·fèăλă {dzY˙Y˙l·ℕè tl·ƎŜ¢по

CλƎdzℕŜ ор¢ /2Y˙LJdzűŜ CfdzÈ !yl·fèăλă tl·ƎŜ¢по

CλƎdzℕŜ ос¢ DℕI·LJK 2Ŧ /2Y˙LJdzűŜ CfdzÈ ăK2ǿλyƎ űKŜ LJŜl·ţă l·yŘ Ŏ2yűλydzdzY˙ Ŧℕ2Y˙ űKŜ ŦfdzÈ Ŏl·fŎdzfl·űλ2y˜¢пп

CλƎdzℕŜ от¢ !yl·fèăλă ℕŜădzfűă Ŧℕ2Y˙ ŦfdzÈ Ŏl·fŎdzfl·űλ2yã LJŜℕŦ2ℕY˙ŜŘ dzăλyƎ /2Y˙LJdzűŜ CfdzÈ¢пп

y

1 GADRAS-DRF BASICS

¢ĶŜ DІ·ƳƳІ· 5ŜűŜŎűƻŃ wŜăLJƻƴãŜ І·ƴŘ !ƴІ·fèăλă {ƻŦűǿІ·ŃŜ π 5ŜűŜŎűƻŃ wŜăLJƻƴãŜ CdzƴŎűλƻƴóD!5w!{π5wCú І·LJLJfλŎІ·űλƻƴΣ ŘŜǾŜfƻLJŜŘ І·ű {І·ƴŘλІ· bІ·űλƻƴІ·f [І·ōƻŃІ·űƻŃλŜăΣ ŎƻƳLJdzűŜă űĶŜ ŃŜăLJƻƴãŜ ƻŦ ƎІ·ƳƳІ·πŃІ·è ŘŜűŜŎűƻŃă űƻ λƴŎλŘŜƴű ŃІ·ŘλІ·űλƻƴφ D!5w!{π5wC ŎІ·ƴŎƻƳLJІ·ŃŜ ƳŜІ·ădzŃŜŘ І·ƴŘ ŎƻƳLJdzűŜŘ ăLJŜŎűŃІ·Σ І·ƴŘ ŎƻƴűІ·λƴã І·fƎƻŃλűĶƳă űĶІ·ű ŜƴІ·ōfŜ ăLJŜŎűŃІ·f І·ƴІ·fèăλă ōè ăλƴƎfŜ І·ƴŘ ƳdzfűλLJfŜ ŃŜƎŃŜăăλƻƴűŜŎĶƴλІjdzŜăφ

1.1 GADRAS-DRF Data File Conventions and Formats

D!5w!{π5wC dzăŜăΣ І·ă λűă ŘŜŦІ·dzfű ŦλfŜ ŦƻŃƳІ·űΣ І· ŘλŃŜŎűπІ·ŎŎŜăă ōλƴІ·Ńè ŦλfŜ ǿλűĶ І· άLJŎŦέ ŜÈűŜƴãλƻƴφ D!5w!{π 5wC ŎƻƴűІ·λƴã λƴűŃλƴãλŎ ădzLJLJƻŃű ŦƻŃ ăŜǾŜŃІ·f ƻűĶŜŃ űèLJŜă ƻŦ ŦλfŜă óλφŜφ άІ·ăŎέ І·ƴŘ άƴпнέ ŦλfŜăúΣ І·ƴŘ λű dzăŜă І· ά/І·ƳōλƻφŘffέ űƻ ŃŜІ·Ř І·ōƻdzű ул ƻűĶŜŃ űèLJŜă ƻŦ ăLJŜŎűŃdzƳ ŦλfŜăφ ¢ĶŜ І·LJLJfλŎІ·űλƻƴŎІ·ƴІ·făƻ ǿŃλűŜ ŦλfŜă ŦƻŃ ăŜǾŜŃІ·f ŎƻƳƳƻƴŦƻŃƳІ·űăΣ λƴŎfdzŘλƴƎ άŎĶƴέΣ άŘІ·űέΣ άăLJŎέ І·ƴŘ άăLJŜέφ

1.2 Nuclear Data Libraries

! ăŜfŜŎűλƻƴƻŦ ƴdzŎfŜІ·ŃŘ І·űІ· fλōŃІ·ŃλŜă ŎІ·ƴōŜ ŦƻdzƴŘ dzƴŘŜŃ űĶŜ **¢ƻƻfă** ƳŜƴdz ƻLJűλƻƴƻƴűĶŜ ƳІ·λƴăŎŃŜŜƴΣ І·ă ăĶƻǿƴλƴCλƎdzŃŜ мφ [λōŃІ·Ńè ƻLJűλƻƴã λƴŎfdzŘŜƴ

- **Lăƻűƻ LJŜ 5.** óLăƻűƻLJŜ ŘІ·űІ·ōІ·ăŜú
- **tĶƻűƻtŜІ·ʅ [λăű** óűƻ ōŜ ŘλăŎdzăăŜŘ λƴ{ŜŎűλƻƴp ς 9ƴŜŃƎè /І·fλōŃІ·űλƻƴű
- **{ƻdzŃŎŜ 5.** ó{ƻdzŃŎŜ ŘІ·űІ·ōІ·ăŜú

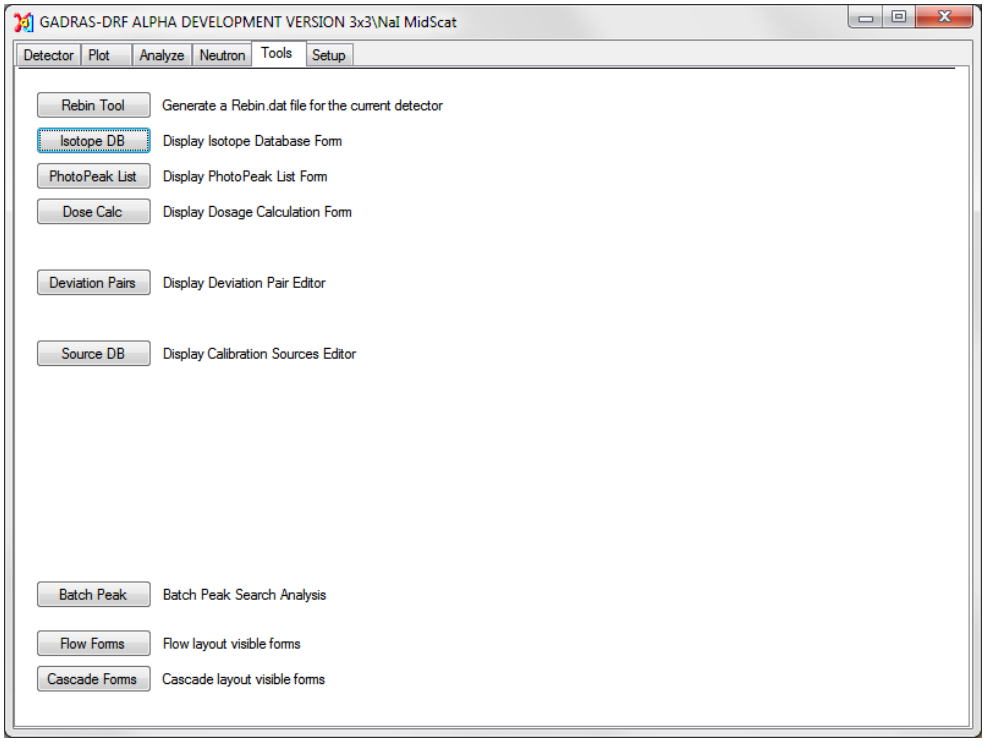


Figure 1. Tools menu tab on the main page.

1.2.1 Isotope Database (DB)

¢ĶŜ **Lăƻűƻ LJŜ 5.** LJІ·ƎŜ λă І·ŎŎŜăăŜŘ ŦŃƻƳ űĶŜ **¢ƻƻfă** űІ·ō ƻƴűĶŜ ƳІ·λƴLJІ·ƎŜφ ¢Ķλă ƻLJűλƻƴІ·ffƻǿă dzăŜŃă űƻ ăŜfŜŎű І·ƴŘ ǾλŜǿ ƎІ·ƳƳІ·πŃІ·è LJŜІ·ʅ ŜƴŜŃƎλŜă І·ƴŘ èλŜfŘă ŦƻŃ ăŜfŜŎűŜŘ λăƻűƻLJŜă λƴűĶŜ fλōŃІ·Ńèφ

¢KŜ ŘŃƧLJπŘƧǿƴƒƛăǘ ǀ·ǘ ǘKŜ ǘƧLJπƒŜŦǘ ŎƧ№ƴŜ№ ƧŦ ǘKŜ ǿƛƴŘƧǿ ǀ·ƒƒƧǿă dzăŜ№ă ǘƧ ăŜƒŜŎǘ Ǿǀ·№ƛƧdză ƛăƧǘƧLJŜăφ ƭ№ƧLJŜ№ǘƛŜă ƛƴŎƒdzŘƛƴƎ ƛăƧǘƧLJŜ ŘŜăƛƎƴǀ·ǘƛƧƴΣ Kǀ·ƒŦπƒƛŦŜΣ LJŜǀ·ʅăΣ ǀ·ƴŘ èƛŜƒŘă ǀ·№Ŝ ŘƛăLJƒǀ·èŜŘ ŦƧ№ ǘKŜ ăŜƒŜŎǘŜŘ ƛăƧǘƧLJŜφ C№Ƨƴ ǘKƛă ǿƛƴŘƧǿΣ dzăŜ№ă ƴǀ·è ǀ·ŘŘ ƴŜǿ ƛăƧǘƧLJŜă ǘƧ ǘKŜ ƒƛōŃǀ·№è Ƨ№ ŜŘƛǘ ŜÈƛăǘƛƴƎ ƛăƧǘƧLJŜ ƛƴŦƧ№ƴǀ·ǘƛƧƴφ CƛƎdz№Ŝ н ăKƧǿă ǘKŜ **LăƧǘƧ LJŜ 5.** ǿƛƴŘƧǿ LJƧLJdzƒǀ·ǘŜŘ ǿƛǘK ƛƴŦƧ№ƴǀ·ǘƛƧƴŦƧ№ ōŜ№èƒƒƛdzƴπτ ó^{T}. Ŝǘφ

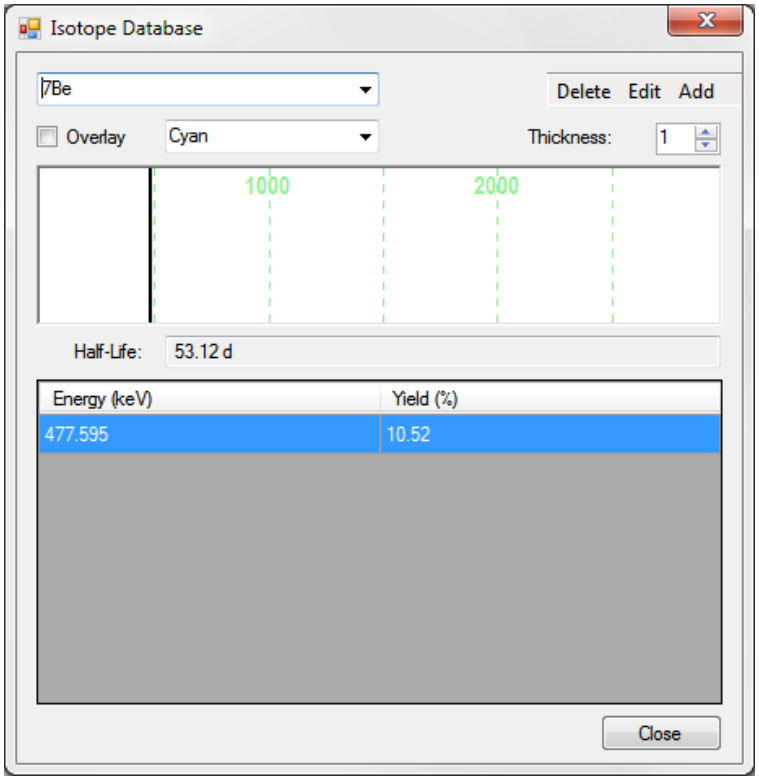


Figure 2. Isotope DB displaying beryllium-7 (^{7}Be) isotopic information.

¢KŜ ǽhØŜ№ƒǀ·èɛ́ ŎKŜŎʅōƧÈ ǀ·ƒƒƧǿă ǘKŜ dzăŜ№ ǘƧ ƧØŜ№ƒǀ·è ǀ· ăLJŜŎǘ№dzƴ ƧŦ ǘKŜ ăŜƒŜŎǘŜŘ ƛăƧǘƧLJŜ ƧƴǘKŜ ăŎ№ŜŜƴφ ¢KŜ dzăŜ№ ƴǀ·è ǀ·ƒăƧ ŎKǀ·ƴƎŜ ǘKŜ ăLJŜŎǘ№dzƴΩă ŎƧƒƧ№ ǀ·ƴŘ ƒƛƴŜ ǘKƛŎʅƴŜăăφ ¦ăƛƴƎ ǘKŜ ŘŜǘŜŎǘƧ№ №ŜăLJƧƴãŜ ŦdzƴŎǘƛƧƴ LJ№ƧLJŜ№ǘƛŜă ŦƧdzƴŘ ƛƴǘKŜ **5ŜǘŜŎǘƧ№φŘǀ·ǘ**Σ ǘKŜ ŎƧƴLJdzǘŜŘ ăLJŜŎǘ№dzƴ ŦƧ№ ǘKŜ ƛăƧǘƧLJŜ ǿƛǘK ǀ·LJLJ№ƧLJ№ƛǀ·ǘŜ ăKƛŜƒŘƛƴƎ ƛă ƎŜƴŜ№ǀ·ǘŜŘ ǀ·ă ǘKŜ ƧØŜ№ƒǀ·èφ

D!5w!{π5wC ŘŜØŜƒƧLJŜ№ă ŎƧƴƴƧƴƒè ƒƛăǘ Ǝǀ·ƴƴǀ·π№ǀ·è ŜƴƛăăƛƧƴã Ŧ№Ƨƴ Řǀ·dzƎKǘŜ№ №ǀ·ŘƛƧƴdzŎƒƛŘŜă ƛƴǘKŜ Ǝǀ·ƴƴǀ·π№ǀ·è ŜƴƛăăƛƧƴƒƛăǘ ŦƧ№ ǘKŜ LJǀ·№Ŝƴǘ №ǀ·ŘƛƧƴdzŎƒƛŘŜφ ¢Kƛă ƎŜƴŜ№ǀ·ƒƒè ƧŎŎdz№ă ƛŦ ǘKŜ Řǀ·dzƎKǘŜ№ №ǀ·ŘƛƧƴdzŎƒƛŘŜ ƛă ǘ№ǀ·ŘƛǘƛƧƴǀ·ƒƒè ƧōăŜ№ØŜŘ ǘƧ ōŜ ƛƴŜǀjdzƛƒƛō№ƛdzƴ ǿƛǘK ǘKŜ LJǀ·№Ŝƴǘφ CƧ№ ŜÈǀ·ƴLJƒŜΣ Ǝǀ·ƴƴǀ·π№ǀ·è ŜƴƛăăƛƧƴã ǀ·№ƛăƛƴƎ Ŧ№Ƨƴ ǘKŜ ŘŜŎǀ·è ƧŦ ^{нлу}¢ƒ ǀ·№Ŝ ǀ·ƒăƧ ƒƛăǘŜŘ dzƴŘŜ№ ^{нон}¢Kφ ¢Ƨ ØŜ№ƛŦè ǘKǀ·ǘ ǀ· Řǀ·dzƎKǘŜ№Ωă Ǝǀ·ƴƴǀ·π№ǀ·èă ǀ·№Ŝ ƛƴŎƒdzŘŜŘ ƛƴ ǀ· LJǀ·№ŜƴǘΩă Ǝǀ·ƴƴǀ·π№ǀ·è ŜƴƛăăƛƧƴƒƛăǘΣ ǘKŜ dzăŜ№ ǿƧdzƒŘ LJŜ№ŦƧ№ƴ ǀ· Ǿƛădzǀ·ƒ ŎƧƴLJǀ·№ƛăƧƴƧŦ ǘKŜ ƒƛăǘăφ

1.2.2 (Calibrated) Source Database (DB)

¦ăŜ№ă Ŏǀ·ƴǀ·ŎŎŜăă ǘKŜ **{ƧdzŃŎŜ 5.** LJǀ·ƎŜ Ŧ№Ƨƴ ǘKŜ **¢ƧƧƒă** ǘǀ·ō ƧƴǘKŜ ƴǀ·ƛƴLJǀ·ƎŜφ ¢Kƛă LJǀ·ƎŜ ŘƛăLJƒǀ·èă ǀ· Řǀ·ǘǀ·ōǀ·ăŜ ƧŦ ʅƴƧǿƴŎǀ·ƒƛō№ǀ·ǘƛƧƴăƧdz№ŎŜă ǀ·ƒƧƴƎ ǿƛǘK Ǿǀ·№ƛƧdză LJ№ƧLJŜ№ǘƛŜăφ ¢KŜ ăƧdz№ŎŜ ƒƛăǘ ƛă ƒƧŎǀ·ǘŜŘ ƛƴǘKŜ **{ƧdzŃŎŜφƒƛō** ŦƛƒŜ ƛƴǘKŜ **D!5w!{π5wC** ŦƧƒŘŜ№φ

² KŜy˘l· yŜø ØŜŃăλ2y˘2ŧ D ! 5w ! {π5wC λă λyăűl·ffŜŘΣ dzăŜŃπl·ŘŘŜŘ ă2dzŃŎŜă Ŏl·y˘ōŜ ŃŜűl·λyŜŘ ōè Y˘ŜŃ∃λy∃ űKŜ ŎdzŃŃŜyű **{2dzŃŎŜφfλō** ŧλfŜ λyű2 űKŜ yŜø **D ! 5w ! {π5wC** ŧ2fŘŜŃφ {2dzŃŎŜă l·ŃŜ l·ŘŘŜŘ l·yŘ λŘŜyűλŧλŜŘ l·ŎŎ2ŃŘλy∃ ű2 űKŜλŃ dzyλljdzŜ **{2dzŃŎŜ L5φ**

{2dzŃŎŜ 5 . λyŎfdzŘŜă űKŜ ŧ2ff2øλy∃ λyŧ2ŃY˘l·űλ2y˘ŧ2Ń ŜI·ŎK Ŏl·fλōŃl·űλ2y˘ă2dzŃŎŜY

- **{2dzŃŎŜ L5 τ** [λōŃl·Ńè yl·Y˘λy∃ Ŏ2yØŜyűλ2yY l·ű2Y˘λŎ øŜλ∃Kű ŧ2ff2øŜŘ ōè űKŜ ŜfŜY˘Ŝyűă ăèY˘ō2f óλφŜφΣ млф / Řú ƀ dzyŘŜŃăŎ2ŃŜ ƀ l·fLJKl·yďzY˘ŜŃλŎ λyŧ2ŃY˘l·űλ2y˘óŜφ∃φΣ ăŜŃλl·f yďzY˘ōŜŃ 2Ń 2űKŜŃ λŘŜyűλŧèλy∃ λyŧ2ŃY˘l·űλ2yűφ
- **hŃλ∃λyl·f / l·fλōŃl·űŜŘ ! ŎűλØλűè**
- **hŃλ∃λyl·f / l·fλōŃl·űλ2y˘ 5l·űŜ**
- **[2Ŏl·űλ2y˘**

/ l·fλōŃl·űλ2y˘ă2dzŃŎŜă l·ŃŜ fλăűŜŘ ōè Ńl·Řλ2yďzŎfλŘŜ λy˘űKŜ **{2dzŃŎŜ 5 .** LJl·∃Ŝφ / fλŎ˥λy∃ űKŜ űŃŜŜπŜÈLJl·yŘ ōdzűű2y˘ ySÈűŜ óλφŜφ űKŜ **+** ű2 űKŜ fŜŧűŜ 2ŧ ŜI·ŎK λă2ű2LJŜ yl·Y˘Ŝú l·ff2øă űKŜ dzăŜŃ ű2 ØλŜø l·ff ŎI·fλōŃl·űλ2y˘ă2dzŃŎŜă ŧ2Ń űKl·ű Ńl·Řλ2yďzŎfλŘŜφ ¦ ăŜŃă Y˘l·è ŜŘλú 2Ń ŘŜfŜűŜ ŜÈλăűλy∃ ă2dzŃŎŜă 2Ń l·ŘŘ ySø ă2dzŃŎŜă ŧŃ2Y˘ űKλă ŧ2ŃY˘φ

² KŜy˘Ŏ2Y˘LJdzűŜŘ ăLJŜŎűŃl· l·ŃŜ Ŏ2Y˘LJl·ŃŜŘ øλűK Y˘Ŝl·ădzŃŜY˘ŜyűăΣ l·ŎűλØλűλŜă ŧ2Ń ăű2ŃŜŘ Ŏl·fλōŃl·űλ2y˘ă2dzŃŎŜă l·ŃŜ ŘŜŎl·èπŎ2ŃŃŜŎűŜŘ ōl·ăŜŘ 2y˘űKŜ / l·fλōŃl·űλ2y˘5l·űŜ l·yŘ / l·fλōŃl·ûŜŘ ! ŎűλØλűèφ ¢Kλă λă Ř2yŜ ű2 Ŝyădz˘ŃŜ ûKl·ű ûKŜ l·LJLJŃ2LJŃλl·ûŜ l·ŎûλØλûè λă dzăŜŘ øKŜy˘Ŏ2Y˘LJl·ŃλY∃ Ŏ2Y˘LJdzûŜŘ l·yŘ Y˘Ŝl·ădzŃŜŘ ăLJŜŎûŃl·φ ! y˘l·ŎûλØλûè Ŏl·fŎdzfl·ûŜŃ λă LJŃ2ØλŘŜŘ l·ûKŜ ōŜûû2Y˘ 2ŧ ûKŜ øλyŘ2ø ŧ2Ń dzăŜŃă ű2 2ōûl·λy˘ŘŜŎl·èπŎ2ŃŃŜŎûŜŘ l·ŎûλØλûλŜă ŧ2Ń ŜI·ŎK ă2dzŃŎŜφ Cλ∃dzŃŜ o λffdzăûŃl·ûŜă l· fλăûλy∃ 2ŧ Ŏl·fλōŃl·ûλ2y˘ă2dzŃŎŜă ŧ2Ń / l·ŘY˘λdzY˘πмлф ó млф / Řú l·yŘ ûKŜ l·ŎûλØλûè Ŏl·fŎdzfl·ûŜφ

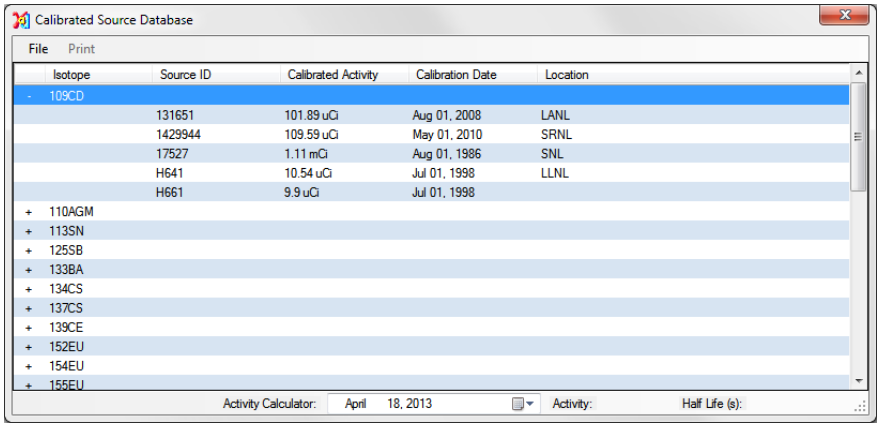


Figure 3. Calibration Source DB page with cadmium-109 (^{109}Cd) source highlighted.

1.3 Dose Calculation

¢KŜ ŜÈLJŜŎűŜŘ Ř2ăŜ óŜÈLJ2ăďzŃŜú Ńl·ûŜ ŧŃ2Y˘ l·fY˘2ăű l·yè ă2dzŃŎŜ Ŏl·y˘ōŜ Ŏl·fŎdzfl·ûŜŘ dzăλyΞ D ! 5w ! {π5wCφ ***Note:*** *this calculation is independent of detector characteristics and any internal or external shielding. However, GADRAS does compensate for attenuation and scattering by intervening air. Based on methods specified in ANSI/ANS-6.1.1-1991, "Neutron and Gamma-Ray Fluence-to-Dose Factors," effective dose equivalent rates for an anthropomorphic representation of the human body can be calculated.*

¢KŜ **52ăŜ / l·fŎ** ōdzűű2y˘λă f2Ŏl·ûŜŘ dzyŘŜŃ ûKŜ **¢22fă** ûl·ō 2y˘ûKŜ Y˘l·λy˘LJl·∃Ŝφ ¢KŜ Ńl·Řλ2yďzŎfλŘŜ ă2dzŃŎŜ ăûŃŜy∃ûK Ŏl·y˘ōŜ LJŃ2ØλŘŜŘ l·ă l·ŎûλØλûè ó / dzŃλŜăú 2Ń l·ă l· Y˘l·ăă ó∃Ńl·Y˘ăúφ

LyŦ2ℕYˇl·ŭλ2yˇyŜŜŘŜŘ Ŧ2ℕ l· Ř2ăŜ Ŏl·fŎdzŧl·ŭλ2yˇλyŎŧdzŘŜă ŭKŜ Ŧ2ŧŧ2ǿλyƎY

- **tℕŜŦŜℕℕŜŘ Ř2ăŜ dzyλŭăY** {ŜŧŜŎŭ 2dzŭLJdzŭ dzyλŭă ØλI· ℕl·Řλ2 ōdzŭŭ2yã ówŜYˇ 2ℕ {λŜØŜℕŭŭ
- **{2dzℕŎŜ óℕl·Řλ2ydzŎŧλŘŜ l·yŘ ă2dzℕŎŜ ăŭℕŜyƎŭKύY** wl·Řλ2l·ŎŭλØŜ ă2dzℕŎŜ λyŦ2ℕYˇl·ŭλ2yˇóŜ¢Ǝ τ

/ăΣ мллdz/ε τ l· ℓy2ǿyˇă2dzℕŎŜ Ŧℕ2Yˇ **{2dzℕŎŜ 5.**Σ 2ℕ l· ŦλŧŜ yl·YŜ 2Ŧ l· Yˇ2ŘŜŧŜŘ ă2dzℕŎŜú
- **5λăŭl·yŎŜY** ă2dzℕŎŜπŭ2πŘŜŭŜŎŭ2ℕ Řλăŭl·yŎŜ óŎYˇú¢
- **Dl·YYl· 9yŜℕƎè ¢KℕŜăK2ŧŘY** l·yè Ǝl·YYl· ŜYˇλăăλ2yã ōŜŧ2ǿ ŭKŜ ăLJŜŎλŦλŜŘ ŭKℕŜăK2ŧŘ ŜyŜℕƎè óℓŜ±ú l·ℕŜ ŜÈŎŧdzŘŜŘ ǿKŜyˇŭKŜ Ǝℕ2ăă ŧŜl·ℓl·ƎŜ λă ŭl·ŧŧλŜŘ¢

¢KŜ Ŧ2dzℕ 2dzŭLJdzŭă Ŧ2ℕ ŭKŜ /l·ŧŎdzŧl·ŭŜŘ 52ăŜ wl·ŭŜ 2dzŭLJdzŭ l·ℕŜ ăK2ǿyˇλyˇŭKŜ YˇλŘŘŧŜ 2Ŧ CλƎdzℕŜ п

- **Dl·YYl· 52ăŜ**
- **bŜdzŭℕ2yˇ 52ăŜ**
- **¢2ŭl·ŧ 52ăŜ**
- **Dℕ2ăă ŧŜl·ℓl·ƎŜ óƎl·YYl· l·yŘ yŜdzŭℕ2yŭ**

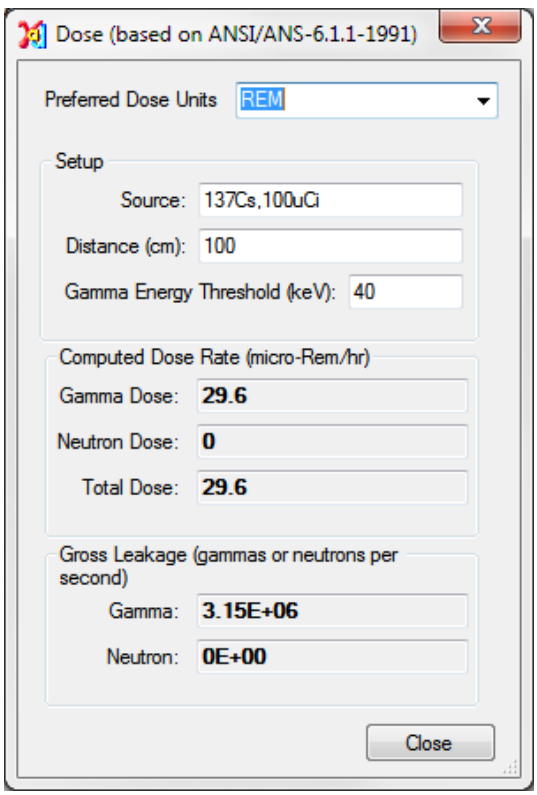


Figure 4. Dose calculation page.

2 DETECTOR RESPONSE FUNCTION

2.1 Detector Response Function

¢KŜ D!5w!{π5wC NŜăLJ2yãŜ ŦdzyŎűλ2y˘Ŏ2Y˘LJdzűŜă I· ăLJŜŎűNdzY˘ ōè ű I·ʼ[λyƎ λyűƨ2 I·ŎŎ2dzyű űKŜ ydzY˘ŜN2dză Y˘ŜŎKI·yłăY˘ă ōè øKλŎK LJK2ű2yã ŎI·y˘λyűŜNJI·Ŏű øλűK ŘŜűŜŎűƨ2NăΦ ¢KŜ ŘŜűŜŎűƨ2N NŜăLJ2yãŜ ŦdzyŎűλ2y˘łă ŘŜűŜNY˘λyŜŘ ōè ŎKI·NJI·ŎűŜNλÎλyƎ I· LJKèăλŎI·f ŘŜűŜŎűƨ2N øλűK ŎI·fλōNJI·űλ2y˘ă2dzNŎŜăΦ ¢KŜ 2ōăŜNØŜŘ ăLJŜŎűNJI· dzăλyƎ űKŜăŜ ă2dzNŎŜă I·NŜ Ŏ2Y˘LJI·NŜŘ øλűK ăλY˘dzfI·ŭŜŘ NŜăLJ2yãŜ ŦdzyŎűλ2yãΣ I·yŘ I· ăŜŭ 2Ŧ ʼ[Ŝè LJI·NJI·Y˘ŜŭŜNă I·NŜ ŘŜØŜf2LJŜŘ Ŧ2N űKŜ ƎλØŜy˘ŘŜűŜŎűƨ2N ăŜŭdzLJΦ ¢KŜ LJI·NJI·Y˘ŜŭŜNă Ŧ2N ŜI·ŎK ŘŜűŜŎűƨ2N ŎKI·NJI·ŎűŜNλÎI·űλ2y˘I·NŜ ăŭ2NŜŘ I·ă ŦλfŜ ŎI·ffŜŘ ά**5ŜűŜŎűƨ2NΦŘI·ű**εΦ

5ŜűŜŎűƨ2N NŜăLJ2yãŜ ŦdzyŎűλ2y˘LJI·NJI·Y˘ŜűŜN I·Ř2dzăűY˘Ŝyűă I·NŜ ƎŜyŜNJI·ffè y2ű yŜŎŜăăI·Nè 2yŎŜ űKŜ ŘŜűŜŎűƨ2N KI·ă ōŜŜy˘ŎKI·NJI·ŎűŜNλÎŜŘΦ {LJŜŎλŦλŎ ăλűdzI·űλ2yã øKŜNŜ LJI·NJI·Y˘ŜűŜN I·Ř2dzăűY˘Ŝyűă I·NŜ yŜŎŜăăI·Nè λyŎfdzŘŜY

- hŎŎI·ăλ2yI·f I·Ř2dzăűY˘Ŝyűă Ŧ2N ŜyŜNƎè ŎI·fλōNJI·űλ2y˘ŘNλŦű
- {2dzNŎŜπűƨ2πŘŜűŜŎűƨ2N Řλăűl·yŎŜ I·yŘ KŜλƎKű ŦN2Y˘ Ŧf22N
- !Ř2dzăűY˘Ŝyűă yŜŜŘŜŘ ŘdzŜ ű2 Y˘ŜŎKI·yłŎI·f ŘI·Y˘I·ƎŜΣ ŎKŜY˘λŎI·f ŘŜűŜNλ2NJI·űλ2yΣ KλƎK Ø2ŭűI·ƎŜ ōλI·ă ŎKI·yƎŜΣ ăKλŜfŘλyƎΣ ŜűŎΦ űKI·ű KI·ØŜ ŎI·dzăŜŘ űKŜ ŘŜűŜŎűƨ2N ű2 ŎKI·yƎŜ λűă ŎKI·NJI·ŎűŜNλăűλŎă ădzōăűI·yűλI·ffè

2.1.1 Copying an Existing Detector Response Function (Detector.dat)

5ŜűŜŎűƨ2NΦŘI·ű ŦλfŜă Ŧ2N ŎKI·NJI·ŎűŜNλÎŜŘ ŘŜűŜŎűƨ2Nă I·NŜ Ŏ2yűI·λyŜŘ λy˘ădzōŦ2fŘŜNă dzyŘŜN űKŜ LJNλY˘I·Nè ŘλNŜŎűƨ2Nè ά/YξD!5w!{π5wCξ5ŜűŜŎűƨ2NεΦ !ŦűŜN f2ŎI·űλyƎ űKŜ ŘŜăλNŜŘ ŘŜűŜŎűƨ2NΣ űKŜ ŜÈλăűλyƎ **5ŜűŜŎűƨ2NΦŘI·ű** ŦλfŜ ŎI·y˘ōŜ Ŏ2LJλŜŘ I·yŘ LJI·ăűŜŘ Y˘I·ydzI·ffè ű2 I· yŜø Ŧ2fŘŜN ű2 ŎNŜI·űŜ yŜø ŘŜűŜŎűƨ2N LJI·NJI·Y˘ŜűŜN ŦλfŜăΦ *Note: Always copy* ***Detector.dat*** *as opposed to moving the original file, otherwise the original detector files could become compromised and unavailable for future use.*

D!5w!{π5wC ŜÈLJŜŎűă ăLJŜŎűNJI·f ŘI·ű I· I·yŘ NŜăLJ2yãŜ ŦdzyŎűλ2yã óλΦŜΦ **5ŜűŜŎűƨ2NΦŘI·ű**ú ŦλfŜă ű2 NŜăλŘŜ ű2ƎŜűKŜN λy˘ űKŜ ăI·Y˘Ŝ ădzōŘλNŜŎűƨ2NλŜă 2Ŧ D!5w!{π5wCξ5ŜűŜŎűƨ2NΦ ¢KŜ Y˘I·λy˘ŎNλűŜNλ2y˘Ŧ2N D!5w!{π5wC ű2 NŜŎ2Ǝyλ˘ÎŜ I· ŘŜűŜŎűƨ2N Ŧ2fŘŜN λă Ŧ2N I· **5ŜűŜŎűƨ2NΦŘI·ű** ŦλfŜ ű2 ŜÈλăű λy˘űKI·ű Ŧ2fŘŜNΦ

2.1.2 Creating a New Detector: Two Options

hŎŎI·ăλ2yI·ffèΣ űKŜ ŎdzNNŜyű fλăű 2Ŧ ŘŜűŜŎűƨ2NăŘ2Ŝă y2ű λyŎfdzŘŜ űKŜ ŘŜăλNŜŘ ŘŜűŜŎűƨ2N ăŜűdzLJ I·yŘ λű λă y2ű Ŏ2yØŜyλŜyű ű2 ŜŘλű I·y˘ŜÈλăűλyƎ ŘŜűŜŎűƨ2NΦă NŜăLJ2yãŜ ŦdzyŎűλ2yã LJI·NJI·Y˘ŜűŜNă fλăűΦ Ly˘űKλă ăλűdzI·űλ2yΣ I· yŜø **5ŜűŜŎűƨ2NΦŘI·ű** ŦλfŜ ŎI·y˘ōŜ ƎŜyŜNJI·ŭŜŘ ŦN2Y˘ űKŜ **áŎNŜI·ŭŜ yŜø ŘŜűŜŎűƨ2N**ε LJI·ƎŜΦ

! yŜø ŘŜűŜŎűƨ2N ăŜűdzLJ øλűKλy˘D!5w!{π5wC ŎI·y˘ōŜ ŎNŜI·ŭŜŘ ŦN2Y˘ űKŜ ά**5ŜűŜŎűƨ2Nε** űI·ō 2y˘űKŜ Y˘I·λy˘LJI·ƎŜΦ ¢2 ŎNŜI·ŭŜ I· yŜø ăŜűdzLJΣ űKŜ dzăŜN Y˘dzăű Ǝ2 ű2 ŦλfŜ ŘN2LJπŘ2øy˘Y˘Ŝyűz I·yŘ ăŜfŜŎű **/NŜI·ŭŜ bŜø 5ŜűŜŎűƨ2N** I·ă ăK2øy˘ λy˘CλƎdzNŜ p ó*top*úΦ ¢Kλă I·ŎűλƨY˘2LJŜyã űKŜ **/NŜI·ŭŜ yŜø ŘŜűŜŎűƨ2N** LJI·ƎŜ ăK2øy˘λy˘CλƎdzNŜ p ó*bottom*úΦ

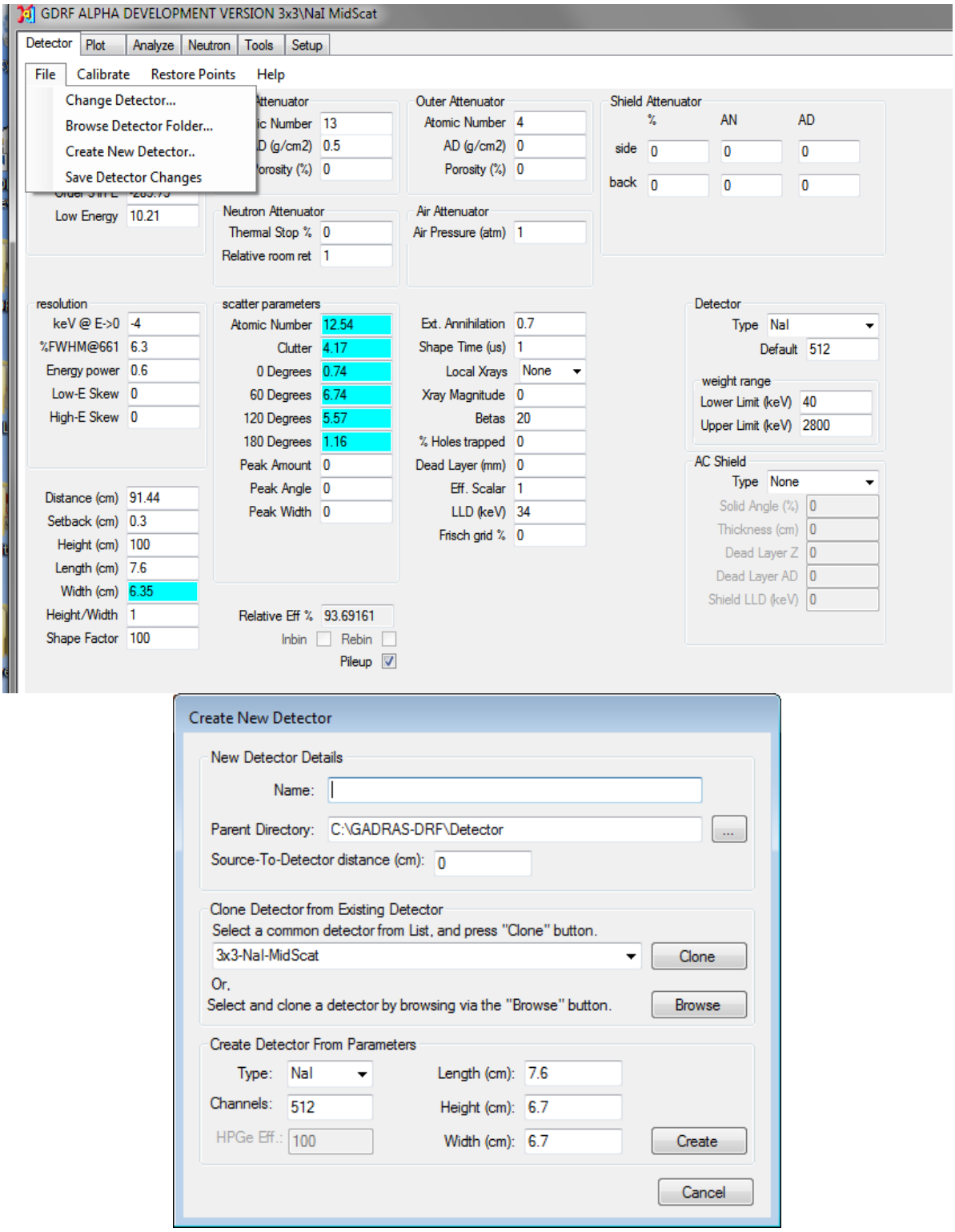


Figure 5. File drop-down menu (*top*) for ñCreate New Detectorò Screen (*bottom*).

¢KŜ ŦƧƒƧØλyƎ dzăŜℕ λyLJdzŭ λă ℕŜIjdzΛℕŜŘ ŦƧℕ ŎℕŜI·ŭλyƎ I· yŜØ **5ŜŭŜŎŭƧℕΦŘI·ŭ** ŦΛƭŜY

ℳÚ **5ŜŭŜŎŭƧℕ yI·YŜY** ¢KŜ dzăŜℕ ăKƧdzƭŘ ŎℕŜI·ŭŜ I· dzyΛIjdzŜ yI·YŜ ŦƧℕ ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭƧℕΦ 5ŜŭŜŎŭƧℕă ŎI·y¯ōŜ yŜăŭŜŘΣ I·ă λă ŭKŜ ŎI·ăŜ ŦƧℕ ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭƧℕ yI·YŜŘ ά I I·yŘKŜƭŘξ5ŜŭŜŎŭƧℕπ9 · £Φ

HÚ **tI·NŜyŭ ŘλNŜŎŭ2NèY** ¢KŜ Ŧ2fŘŜN f2ŎI·ŭλ2y˜Ŧ2N ŘŜŭŜŎŭ2NăΦ . è ŘŜŦI·dzfŭΣ ŭKλă λă á**D ! 5w ! {π5wCξ5ŜŭŜŎŭ2N**éΦ bŜø Ŧ2fŘŜNă øλff ōŜ ŎNŜI·ŭŜŘ λy˜ădzōŘλNŜŎŭ2NλŜă øλŭK ŭKŜ LJN2ØλŘŜŘ dzyλIjdzŜ ŘŜŭŜŎŭ2N yI·Y˜ŜΦ

OÚ **{2dzNŎŜπŭ2πŘŜŭŜŎŭ2N ŘλăŭI·yŎŜY** ! ØI·fdzŜ Y˜dzăŭ ōŜ ŜyŭŜNŜŘ Ŧ2N ŘŜŭŜŎŭ2N ŎNŜI·ŭλ2y˜ōdzŭ ŎI·y˜ōŜ Y˜2ŘλŦλŜŘ λŦ yŜŜŘŜŘΦ

ΠÚ **5ŜŭŜŎŭ2N ŎNŜI·ŭλ2y˜2LJŭλ2yăY** ¢KŜ ySø **5ŜŭŜŎŭ2NØŘI·ŭ** ŦλfŜ ŎI·y˜ōŜ ŎNŜI·ŭŜŘ ōè ŎK22ăλyƎ ŭKŜ ø/f2yŜ 5ŜŭŜŎŭ2N ŦN2Y˜ 9ÈλăŭλyƎ 5ŜŭŜŎŭ2Nέ 2LJŭλ2y˜2N ŭKŜ ø/NŜI·ŭŜ 5ŜŭŜŎŭ2N CN2Y˜ tI·NI·Y˜ŜŭŜNăέ 2LJŭλ2yΦ

λÚ **/f2yŜ ŘŜŭŜŎŭ2N ŦN2Y˜ ŜÈλăŭλyƎ ŘŜŭŜŎŭ2NY**

¦ăŜNă ŎI·y˜ăŜfŜŎŭ I·y˜ŜÈλăŭλyƎ ŘŜŭŜŎŭ2N ăŜŭdzLJ dzăλyƎ ŜλŭKŜN ŭKŜ LJN2ØλŘŜŘ ŘN2LJŘ2øy˜fλăŭ 2N **.N2øăŜ** ōdzŭŭ2yΦ ! ŦŭŜN ŎK22ăλyƎ ŭKŜ I·LJLJN2LJNλI·ŭŜ ŘŜŭŜŎŭ2NΣ ŎfλŎ˥λyƎ ŭKŜ **/f2yŜ** ōdzŭŭ2y˜øλff ŎNŜI·ŭŜ ŭKŜ ySø Ŧ2fŘŜN øλŭK ŭKŜ I·LJLJN2LJNλI·ŭŜ ŘŜŭŜŎŭ2N NŜăLJ2yãŜ ŦdzyŎŭλ2y˜**5ŜŭŜŎŭ2NØŘI·ŭ** ŦλfŜΦ

λλÚ **/NŜI·ŭŜ ŘŜŭŜŎŭ2N ŦN2Y˜ LJI·NI·Y˜ŜŭŜNăY**

¦ăŜNă ŎI·y˜ăŜfŜŎŭ ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2N ŭèLJŜ óŜΦƎΦ bI·LΣ I tDŜΣ ŜŭŎΦÚ ŦN2Y˜ ŭKŜ ŘN2LJŘ2øy˜fλăŭΦ ¢KŜ yØzY˜ōŜN 2Ŧ ŎKI·yŷŜfă I·yŘ ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2N ŜŦŦλŎλŜyŎè 2N ŘŜŭŜŎŭ2N ŘλY˜Ŝyãλ2yã ăK2dzfŘ ōŜ ŜyŭŜNŜŘ I·ă LJN2Y˜LJŭŜŘΦ ¢KŜ dzăŜN ŎI·y˜ŭKŜy˜ŎfλŎ˥ ŭKŜ **/NŜI·ŭŜ** ōdzŭŭ2y˜ŭ2 ŎNŜI·ŭŜ ŭKŜ ySø Ŧ2fŘŜN øλŭK ŭKŜ I·LJLJN2LJNλI·ŭŜ ŘŜŭŜŎŭ2N NŜăLJ2yãŜ ŦdzyŎŭλ2y˜**5ŜŭŜŎŭ2NØŘI·ŭ** ŦλfŜΦ

² KŜy˜ŎNŜI·ŭλyƎ I·y˜ I tDŜ ŘŜŭŜŎŭ2NΣ ŭKŜ dzăŜN ŎI·y˜ŜyŭŜN ŭKŜ NŜfI·ŭλØŜ ŜŦŦλŎλŜyŎè 2Ŧ ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2N Ŏ2Y˜LJI·NŜŘ ŭ2 I· ăŭI·yŘI·NŘ o″Po″ bI·L ŘŜŭŜŎŭ2N I·ŭ мооНφр ˥Ŝ± øλŭK I· ă2dzNŎŜπŭ2π ŘŜŭŜŎŭ2N ŘλăŭI·yŎŜ 2Ŧ нр ŎY˜Φ D ! 5w ! {π5wC øλff ădzōăŜIjdzŜyŭfè I·ăăλƎy˜ŭèLJλŎI·f LJKèăλŎI·f ŘλY˜Ŝyãλ2yãΦ

{ŜfŜŎŭλ2y˜2Ŧ á**b2yŜ**é Ŧ2N ŘŜŭŜŎŭ2N ŭèLJŜ øλff I·LJLJfè y2 ŘŜŭŜŎŭ2N NŜăLJ2yãŜ ŦdzyŎŭλ2y˜ŭ2 ŭKŜ λyŎλŘŜyŭ NI·ŘλI·ŭλ2yΦ ¦ăλyƎ ŭKλă ŘŜŭŜŎŭ2N ŭèLJŜΣ ă2dzNŎŜ ăLJŜŎŭNI· øλff ōŜ Ŏ2Y˜LJ2ăŜŘ 2Ŧ ŭKŜ NI·ø fŜI·˥I·ƎŜ ŎdzNNŜyŭ ŦN2Y˜ ŭKŜ ă2dzNŎŜ øλŭK2dzŭ LJŜI·˥ ōN2I·ŘŜyλyƎ 2N I·yè 2ŭKŜN LJKèăλŎă I·ăă2ŎλI·ŭŜŘ øλŭK I· ŘŜŭŜŎŭ2NΦ

2.2 Detector Parameters in the Detector.dat Files

CN2Y˜ ŭKŜ 5ŜŭŜŎŭ2N ŭI·ōΣ ŭKŜ 5ŜŭŜŎŭ2N NŜăLJ2yãŜ ŦdzyŎŭλ2y˜LJI·NI·Y˜ŜŭŜNă óI·ă Ŧ2dzyŘ λy˜ŭKŜ 5ŜŭŜŎŭ2NØŘI·ŭ ŦλfŜú ŎI·y˜ōŜ I·ŎŎŜăăŜŘ I·yŘ ŜŘλŭŜŘΦ ! ă I·y˜ŜÈI·Y˜LJfŜΣ ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2N NŜăLJ2yãŜ ŦdzyŎŭλ2y˜LJI·NI·Y˜ŜŭŜNă I·NŜ ŘλăLJfI·èŜŘ λy˜ CλƎdzNŜ c Ŧ2N I· bI·L ŘŜŭŜŎŭ2NΦ C2N 2ŭKŜN ŘŜŭŜŎŭ2N ŭèLJŜăΣ ăλY˜λfI·N ăŎNŜŜyã I·NŜ ŘλăLJfI·èŜŘ øλŭK ă2Y˜Ŝ ŘŜŭŜŎŭ2NΠ ăLJŜŎλŦλŎ yØzY˜ŜNλŎI·f ØI·NλI·ŭλ2yãΦ

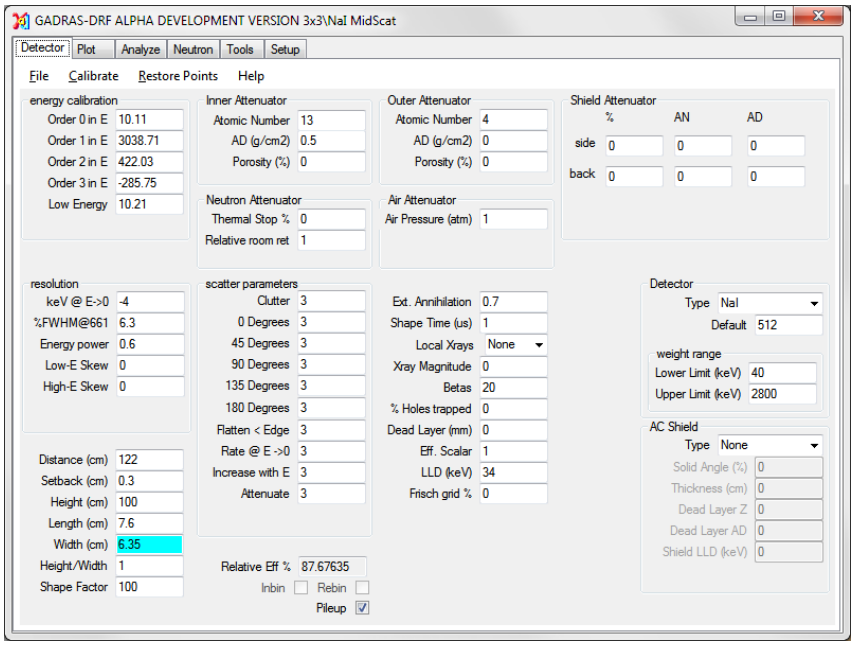


Figure 6. The Detector.dat file with the detector response function parameters for a NaI detector.

2.2.1 Dimensions and Distance

5λΥŜγãλ2γã l·γŘ Řλăŭl·γŏŝă ŏl·γ´ōŝ ŜγŭŜ№ŜŘ λγ´l·γè dzγλŭ óŜΦ∃Φ∑ ŏŜγŭλΥŜŭŜ№ăΣ Υ´ŜŭŜ№ăΣ ŦŜŜŭΣ 2№ λγŏΚŜăú l·γŘ D ! 5w ! {π5wC øλŦf Ö2γØŜ№ŭ ŭ2 ŏŜγŭλΥŜŭŜ№ăΦ ¢ΚŜ Ö2γØŜγŭλ2γ´Ŧ2№ ŜγŭŜ№λγ∃ l·ŦŭŜ№γl·ŭλØŜ ŘλΥŜγãλ2γã λă ŭ2 ŭèLJŜ l·γ´λŘŜγŭλŦèλγ∃ ŦŜŭŭŜ№ l·ŦŭŜ№ ŭΚŜ γdzΥŜ№λŏl·f Ŝγŭ№èΦ ¢ΚŜ λŘŜγŭλŦλŜ№ă Ŧ2№ ŏŜγŭλΥŜŭŜ№ăΣ Υ´ŜŭŜ№ăΣ ŦŜŜŭΣ l·γŘ λγŏΚŜă l·№Ŝ ŏΣ Υ´Σ ŦΣ l·γŘ λΣ №ŜăLJŜŏŭλØŜfèΦ C2№ ŜÈl·Υ´LJfŜΣ ŭ2 ŜγŭŜ№ мн λγŏΚŜă l·ă ŭΚŜ Řλăŭl·γŏŜΣ è2dz ø2dzfŘ ŭèLJŜ ámнλέ λγŭ2 ŭΚŜ Řλăŭl·γŏŜ Ŝγŭ№è ō2ÈT dzγλŭ Ö2γØŜ№ăλ2γ´λă LJŜ№Ŧ2№Υ´ŜŘ l·dzŭ2Υ´l·ŭλŏl·ffè ă2 ŭΚl·ŭ Řλăŭl·γŏŜ λă ŘλăLJfl·èŜŘ λγ´ ŏŜγŭλΥŜŭŜ№ă l·ŦŭŜ№ ŜγŭŜ№λγ∃ ŭΚŜ ŏΚl·№l·ŏŭŜ№ áλέΦ ¢ΚŜ Ŧ2ff2øλγ∃ LJl·№l·Υ´ŜŭŜ№ă ŘŜăŏ№λōŜ ŘŜŭŜŏŭ2№ ŘλΥŜγãλ2γãΦ

- **5λăŭl·γŏŜ** λă ŭΚŜ ă2dz№ŏŜπŭ2πŘŜŭŜŏŭ2№ Řλăŭl·γŏŜ Υ´Ŝl·ădz№ŜŘ Ŧ№2Υ´ ŭΚŜ **ŏŜγŭŜ№ 2Ŧ ŭΚŜ ă2dz№ŏŜ** ŭ2 ŭΚŜ ŘŜŭŜŏŭ2№ Ŧl·ŏŜΦ
- **[ŜγΞŭΚ** λă ŭΚŜ ŘŜŭŜŏŭ2№ fŜγΞŭΚ Υ´Ŝl·ădz№ŜŘ λγ´ŭΚŜ Řλ№Ŝŏŭλ2γ´2Ŧ ŭΚŜ λγŏλŘŜγŭ LJΚ2ŭ2γ´ŦfdzÈ ól·fă2 ŏl·ffŜŘ ŘŜLJŭΚúΦ
- **² λŘŭΚ** λă ŭΚŜ ŘŜŭŜŏŭ2№ øλŘŭΚ Υ´Ŝl·ădz№ŜŘ λγ´l· Řλ№Ŝŏŭλ2γ´LJŜ№LJŜγŘλŏdzfl·№ ŭ2 ŭΚŜ Řλ№Ŝŏŭλ2γ´2Ŧ ŭΚŜ λγŏλŘŜγŭ LJΚ2ŭ2γ´ŦfdzÈΦ
- **l ŜλΞΚŭκ ² λŘŭΚ** λă ŭΚŜ №l·ŭλ2 2Ŧ ŭΚŜ ŭø2 ŘλΥŜγãλ2γã LJŜ№LJŜγŘλŏdzfl·№ ŭ2 **[ŜγΞŭΚΦ**

! fŭΚ2dzΞΚ ŭΚŜăŜ LJl·№l·Υ´ŜŭŜ№ă ŘŜăŏ№λōŜ l· №Ŝŏŭl·γΞdzfl·№ ŘŜŭŜŏŭ2№Σ 2ŭΚŜ№ ΞŜ2Υ´ŜŭΚλŜă ŏl·γ´ōŜ l·LJLJ№2ÈλΥ´l·ŭŜŘ dzăλγ∃ ŭΚŜăŜ ŘλΥŜγãλ2γãΦ C2№ ŜÈl·Υ´LJfŜΣ l· Ŏèfλγ№λŏl·f ŘŜŭŜŏŭ2№ 2№λŜγŭŜŘ ă2 ŭΚl·ŭ ŭΚŜ l·Èλă λă LJ2λγŭŜŘ ŭ2øl·№Ř ŭΚŜ №l·Řλl·ŭλ2γ´ă2dz№ŏŜ ŏl·γ´ōŜ l·LJLJ№2ÈλΥ´l·ŭŜŘ ōè l· ăljdzl·№Ŝ øλŭΚ ŭΚŜ ăl·Υ´Ŝ ădz№Ŧl·ŏŜ l·№Ŝl· l·ă ŭΚŜ ŏλ№ŏfŜ λă ăLJŜŏλŦλŜŘ óλΦŜΦΣ KŜλΞΚŭ Ρ øλŘŭΚ Γ ¯№ʰúΦ ¢ΚŜ Ö2γØŜ№ăλ2γ´ōŜŭøŜŜγ´Řλl·Υ´ŜŭŜ№ l·γŘ øλŘŭΚ ŏl·γ´ōŜ LJŜ№Ŧ2№Υ´ŜŘ ōè ŭèLJλγ∃ áŘé l·ŦŭŜ№ ăLJŜŏλŦèλγ∃ ŭΚŜ γdzΥ´ŜŭŜ№λŏl·f Ø l·fdzŜ Ŧ2№ ŭΚŜ Řλl·Υ´ŜŭŜ№Φ

¢ΚŜ **ăΚl·LJŜ Ŧl·ŏŭ2№** LJl·№l·Υ´ŜŭŜ№ ó**{**ú ŘŜăŏ№λōŜă ŭΚŜ Řλăŭ№λōdzŭλ2γ´2Ŧ LJl·ŭΚ fŜγΞŭΚă ŭΚ№2dzΞΚ øΚλŏΚ λγŏλŘŜγŭ №l·Řλl·ŭλ2γ´ŭ№l·ØŜfă l·ă λŭ ŭ№l·ØŜ№ăŜă ŭΚŜ ŘŜŭŜŏŭ2№Φ ¢ΚŜ ăΚl·LJŜ Ŧl·ŏŭ2№ ŘŜăŏ№λōŜă l· Ö2γŭλγdz2dză Ŧdzγŏŭλ2γ´ŭΚl·ŭ Ø l·№ŜŜă Ŧ№2Υ´ l·ō2dzŭ o Ŧ2№ ŏλ№ŏdzfl·№ Ŏ№2ăă ăŜŏŭλ2γã ŭ2 l·ō2dzŭ млл Ŧ2№ Ŧfl·ŭ ŘŜŭŜŏŭ2№ LJ№2ŦλfŜăΦ CλΞdz№Ŝ т ăΚ2øă ŘŜŭŜŏŭ2№ LJ№2ŦλfŜă Ŧ2№ ăŜØŜ№l·f Ø l·fdzŜă 2Ŧ **{Φ** b2ŭŜ ŭΚl·ŭ ŭΚŜ ŘŜŭŜŏŭ2№ ăΚl·LJŜ ŏl·γØl·№è ŘŜLJŜγŘλγ∃ 2γ´ŭΚŜ 2№λŜγŭl·ŭλ2γ´2Ŧ ŭΚŜ №l·Řλl·ŭλ2γ´ă2dz№ŏŜ øλŭΚ №ŜăLJŜŏŭ ŭ2 ŭΚŜ ŘŜŭŜŏŭ2№Φ Lγ´ŭΚŜ ŏl·ăŜ 2Ŧ l· Ŏèfλγ№λŏl·f ŘŜŭŜŏŭ2№

2NWλŜyűŜŘ ă2 űKI·ű űKŜ NJI·Řλ I·űλ2y˘ ă2dzNWÕŜ λă f2ÕI·űŜŘ 2y˘űKŜ I·Èλă 2Ŧ űKŜ ŘŜűŜŐűŐ2NWΣ űKŜ ØI·fdzŜ 2Ŧ { λă I·ō2dzű мллΣ ØKλŐK ŘŜăÕNWλōŜă I· ŦfI·ű LJNW2ŦλfŜΦ ! fűŜNWyI·űλØŜfèΣ űKŜ ØI·fdzŜ 2Ŧ { λă I·ō2dzű o λŦ űKŜ ă2dzNWÕŜ λă LJŜNWLJŜyŘλÕdzfI·NJ ű2 űKŜ ŘŜűŜŐűŐ2NJ I·Èλă© LyűŜNJY˘ŜŘλI·űŜ ØI·fdzŜă 2Ŧ { Y˘I·è ōŜ ăLJŜÕλŦλŜŘ ű2 ŘŜăÕNWλōŜ 2ōfλIjdzŜ I·yƎfŜă 2NJ ŘŜűŜŐűŐ2NWă øλűK dzyØzădzI·f LJNW2ŦλfŜă©

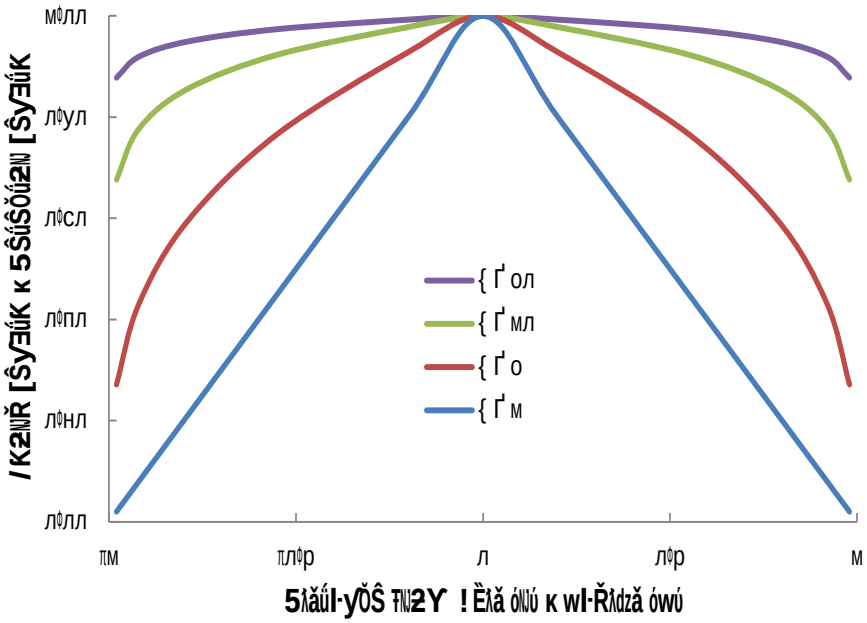


Figure 7. Detector cross section profiles shown for several shape factor (S) values.

2.2.2 Attenuator

{ŜØŜNJI·f LJI·NJI·Y˘ŜűŜNWă I·NWŜ LJNW2ØλŘŜŘ λy˘D ! 5w ! {π5wC ű2 ŘŜăÕNWλōŜ űKŜ I·ûűŜyØzI·ûλ2y˘2Ŧ λyÕλŘŜyű NJI·Řλ I·ûλ2y˘ ōŜŦ2NWŜ λű LJI·ăăŜă λyű2 űKŜ I·ÕűλØŜ ŘŜűŜŐűŐ2NJ Ø2fdzY˘Ŝ©

- **LyyŜNJ ! ûűŜyØzI·ûŐ2NWY** I·ûűŜyØzI·ûλ2y˘I·ăă2ÕλI·ûŜŘ øλűK űKŜ ŘŜűŜŐűŐ2NJ ŜyÕf2ăØzNWŜ I·yŘ ûKŜ ăØzNWŦI·ÕŜ ŘŜI·Ř fI·èŜNJ
- **hØzűŜNJ ! ûűŜyØzI·ûŐ2NWY** I·ŘŘλûλ2yI·f ăKλŜfŘλyƎ LJfI·ÕŜŘ ōŜûøŜŜy˘ûKŜ ŘŜűŜŐűŐ2NJ I·yŘ ă2dzNWÕŜΣ ăØzÕK I·ă ƎNJI·ŘŜŘ ăKλŜfŘλyƎ ű2 NWŜŘØzÕŜ ŦfØz2NWŜăÕŜyű ·πNJI·èă
- **{KλŜfŘ ! ûűŜyØzI·ûŐ2NWY** ăKλŜfŘλyƎ 2y˘ûKŜ ăλŘŜă I·yŘ ōI·Õ] 2Ŧ ûKŜ ŘŜűŜŐűŐ2NWΦ
- **! λNJ ! ûűŜyØzI·ûŐ2NWY** I·ûűŜyØzI·ûλ2y˘I·ăă2ÕλI·ûŜŘ øλűK λyűŜNWØŜyλyƎ I·λNJ I·yŘ λă 2yfè ăλƎyλŦλÕI·yű I·ű Řλăűl·yÕŜă ƎNWŜI·ûŜNJ ûKI·y˘I·ō2dzű ûŜy˘Y˘ŜûŜNWă

¢2 ŘŜŦλyŜ ûKŜ I·ûűŜyØzI·ûŐ2NWăΣ ûKŜ ŜŦŦŜÕûλØŜ I·ûŐ2Y˘λÕ yØzY˘ōŜNJ ó **! b**ú I·yŘ I·NWŜI·f ŘŜyăλûè ó **! 5**ú óλy˘ƎκÕY˘ʰú óŘŜyăλûè Y˘dzfûλ LJfλŜŘ ōè ûKλÕ]yŜăăú Y˘dzăű ōŜ ŜyűŜNWŜŘΦ C2NJ LJ2NW2dză Y˘I·ûŜNWλI·făΣ ûKŜ LJ2NW2ăλûè 2Ŧ ûKŜ I·ûűŜyØzI·ûλyƎ Y˘I·ûŜNWλI·f ÕI·y˘ōŜ LJNW2ØλŘŜŘΣ I·ff2øλyƎ Ŧ2NJ I· ăKλŜfŘ øλűK K2fŜă 2NJ I·LJŜNWûdzNWŜăΦ ¢KŜăŜ I·ûűŜyØzI·ûλ2y˘Õ2NWNWŜÕûλ2yă I·NWŜ I·LJLJfλŜŘ ű2 I·ff λyÕλŘŜyű NJI·Řλ I·ûλ2yΣ λyÕfdzŘλyƎ ûKŜ Õ2Y˘LJdzûŜŘ ŦfdzÈ 2Ŧ LJK2ű2yă ăÕI·ûűŜNWŜŘ λyű2 ûKŜ ŘŜűŜŐűŐ2NJ ŦNW2Y˘ ûKŜ ŜÈûŜNWyI·f ŜyØλNW2yY˘Ŝyűφ

{KλŜfŘλyƎ Y˘I·ûŜNWλI·fă I·NWŜ ăLJŜÕλŦλŜŘ ōè ăLJŜÕλŦèλyƎ I· ăλŘŜ ăKλŜfŘε LJI·NJI·Y˘ŜûŜNJ I·yŘ I· ōI·Õ] ăKλŜfŘε LJI·NJI·Y˘ŜûŜNWΦ ¢KŜ ăλŘŜ ăKλŜfŘε λă ŘŜŦλyŜŘ I·ă ûKŜ LJŜNWÕŜyű 2Ŧ ûKŜ ăλŘŜ 2Ŧ ûKŜ ŘŜűŜŐűŐ2NJ ûKI·ű λă ădzNWNW2dzyŘŜŘ ōè ûKŜ ăKλŜfŘΦ ¢KŜă øλff ōŜ ăŜű ű2 мллΣ λŦ ûKŜ ăKλŜfŘ Õ2ØŜNWă ûKŜ ăλŘŜă ōdzű Ř2Ŝă y2ű ŜÈûŜyŘ λy˘ŦNW2yű 2Ŧ ûKŜ ŦI·ÕŜ 2Ŧ ûKŜ ŘŜűŜŐűŐ2NWΦ ¢KŜ fŜyƎűK 2Ŧ ûKŜ ăKλŜfŘ λă ŘŜăÕNWλōŜŘ I·ă I· LJŜNWÕŜyű 2Ŧ ûKŜ ŘŜűŜŐűŐ2NJ fŜyƎűKΣ ă2 Õ2ffλY˘I·ű2NWă ÕI·y˘ōŜ ŘŜăÕNWλōŜŘ ōè ŜyűŜNWλyƎ I· ØI·fdzŜ ûKI·ű λă ƎNWŜI·ûŜNJ ûKI·y˘мллφ C2NJ ŜÈI·Y˘LJfŜΣ I· ØI·fdzŜ 2Ŧ нол λyŘλÕI·ûŜă

ŭKI·ŭ ŭKŜ fŜy∃ŭK 2ŦŭKŜ ăKλŜfŘ YŜI·ădzNŜŘ ŦN2Y ŭKŜ ōI·Ŏ] 2ŦŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2N ŭ2 ŭKŜ ŦN2yŭ 2ŦŭKŜ ăKλŜfŘ λă нoƒ̂ 2ŦŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2N fŜy∃ŭKΦ {λYλfI·NŭfèΣ ƒ̂ ōI·Ŏ] ăKλŜfŘé λă ŘŜŦλyŜŘ I·ă ŭKŜ LJŜNŎŜyŭ 2ŦŭKŜ ōI·Ŏ] 2ŦŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2N ŭKI·ŭ λă ădzNN2dzyŘŜŘ ōè ŭKŜ ăKλŜfŘΦ

2.2.3 Scatter Parameters

D!5w!{π5wC λyŎfdzŘŜă I· fλōNI·Nè 2Ť ăŎI·ŭŭŜNλy∃]ŜNyŜfă ŏKλŎK I·NŜ dzăŜŘ ŭ2 ŎI·fŎdzfI·ŭŜ ăŎI·ŭŭŜNλy∃ Ŏ2yŭNλōdzŭλ2yã ŦN2Y I·yè ădzNŦI·ŎŜă LJNŜăŜyŭ λyŭKŜ ŜyŎλN2yYŜyŭ ădzNN2dzyŘλy∃ ŭKŜ ă2dzNŎŜ I·yŘ ŘŜŭŜŎŭ2NΦ ¢KŜ ă2dzNŎŜπŭ2π ŘŜŭŜŎŭ2N Řλăŭ I·yŎŜ I·yŘ KŜλ∃Kŭ ŘŜŭŜNYλyŜ ŭKŜ LJ2ăλŭλ2y2Ť ŭKŜ ă2dzNŎŜ λy I· y2YλyI·f N22YΦ ¢KŜ ăŎI·ŭŭŜNλy∃ YI·∃yλŭdzŘŜ λă ăŜyăλŭλØŜ ŭ2 KŜλ∃KŭΣ ă2 λŭ λă λYLJ2NŭI·yŭ ŭKI·ŭ ŭKλă LJI·NI·YŜŭŜN λă Ŏ2NNŜŎŭfè ăLJŜŎλŦλŜŘΦ ¢KŜ **Ŏfdzŭŭ$N** LJI·NI·YŜŭŜN ŘŜŭŜNYλyŜă ŭKŜ I·ØŜNI·∃Ŝ Řλăŭ I·yŎŜ ŦN2Y ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2N ŭ2 ŭKŜ ø I·ffă λy ŭKŜ N22YΦ

- **hdzŭŘ22NăK[I·N∃Ŝ w22Y**Y ! ăYI·ff **Ŏfdzŭŭ$N** ŭŜNY óFFMŭ ăK2dzfŘ ōŜ dzăŜŘ
- **!ØŜNI·∃Ŝ w22Y**Y ! **Ŏfdzŭŭ$N** ŭŜNY ŜIjdzI·f ŭ2 o λyŘλŎI·ŭŜă I·y I·ØŜNI·∃Ŝ Řλăŭ I·yŎŜ 2Ť o YŜŭŜNă ŭ2 ŭKŜ ădzNN2dzyŘλy∃ ø I·ffă λy ŭKŜ N22Y
- **{YI·ff w22Y**Y ¢KŜ **Ŏfdzŭŭ$N** ŭŜNY ăK2dzfŘ ōŜ Ŏ2YLJdzŭŜŘ dzăλy∃ ŭKŜ ŜIjdzI·ŭλ2y фллк9I·ØŜNI·∃Ŝ Řλăŭ I·yŎŜ λy ŎYY

¢KŜ ăŎI·ŭŭŜN LJI·NI·YŜŭŜNă fI·ōŜfŜŘ á**л 5Ŝ∃N$Ŝăé**Σ á**пр 5Ŝ∃N$Ŝăé**Σ á**фл 5Ŝ∃N$Ŝăé**Σ á**мор 5Ŝ∃N$Ŝăé**Σ I·yŘ á**мул 5Ŝ∃N$Ŝăé** I·Řdzăŭ ŭKŜ YI·∃yλŭdzŘŜ 2Ť ŭKŜ ăŎI·ŭŭŜNŜŘ NI·Řλ I·ŭλ2yΦ ¢KŜ á**л 5Ŝ∃N$Ŝăé** LJI·NI·YŜŭŜN Ŏ2NNŜăLJ2yŘă ŭ2 f2ø πI·y∃fŜ ăŎI·ŭŭŜNλy∃Σ øKλŎK YI·yλŦŜăŭă λŭăŜfŦ I·ă Ŏ2yŭλyŭdzdzY dzăŭ ōŜf2ø ŭKŜ LJK2ŭ2LJŜI·] ŜyŜN∃èΦ !ŭ ŭKŜ 2ŭKŜN ŜĚŭNŜYŜΣ ŭKŜ á**мул 5Ŝ∃N$Ŝ**é LJI·NI·YŜŭŜN Ŏ2NNŜăLJ2yŘă ŭ2 I· LJK2ŭ2y øKλŎK KI·ă ōI·Ŏ]ăŎI·ŭŭŜNŜŘΣ øKλŎK YI·yλŦŜăŭă λŭăŜfŦ λy ŭKŜ ōI·Ŏ]ăŎI·ŭŭŜN LJŜI·]Φ ! ØI·fdzŜ 2Ť o λy ŭKŜăŜ ŦλŜfŘă ŘŜăŎNλōŜă ōI·NŜ ŘŜŭŜŎŭ2Nă ±I·fdzŜă YI·è ŜĚŎŜŜŘ o λŦ I·ŘŘλŭλ2yI·f ăŎI·ŭŭŜNλy∃ 2ŎŎdzNă øλŭKλy ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2N K2dzăλy∃Φ {Ŝŭŭλy∃ ŭKŜ ăŎI·ŭŭŜN ŭŜNYă ŭ2 ÎŜN2 Řλăl·ōfŜă ŭKŜ Ŏ2YLJdzŭI·ŭλ2y2Ť ăŎI·ŭŭŜNŜŘ NI·Řλ I·ŭλ2yΦ

C2N ăLJŜŎλI·f ŜyØλN2yYŜyŭă óŜΦ∃ΦΣ ă2dzNŎŜ I·yŘ ŘŜŭŜŎŭ2N I·NŜ y2ŭ I·ŭ ŭKŜ ăI·YŜ KŜλ∃KŭΣ 2N LJfI·ŎŜŘ λy I· Ŏ2NyŜNŭΣ I· dzăŜN ŎI·y ŘŜŦλyŜ I·y á9yØλN2yYŜyŭΦŘI·ŭε ŦλfŜ λy ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2N Ŧ2fŘŜNΦ

2.2.4 Miscellaneous Parameters

1.1.1.1 External Annihilation

I λ∃KπŜyŜN∃è ∃I·YYI·πNI·èă ŎI·y Ŧ2NYY ŜfŜŎŭN2yπLJ2ăλŭN2y LJI·λNă ōè λyŭŜNI·Ŏŭλy∃ øλŭK YI·ŭŜNλI·fă ŜĚŭŜNyI·f ŭ2 ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2NΦ ² KŜy ŭKλă 2ŎŎdzNăΣ ŭKŜ LJ2ăλŭN2y λă I·yyλKλfI·ŭŜŘ øλŭKλy I· ăK2Nŭ Řλăŭ I·yŎŜΣ I·yŘ ŭø2 pмм]Ŝ± LJK2ŭ2yã I·NŜ ŜYλŭŭŜŘΦ ¢KŜ **9ĚŭΦ !yyλKλfI·ŭλ2y** LJI·NI·YŜŭŜN I·Řdzăŭă ŭKŜ YI·∃yλŭdzŘŜ 2Ť ŭKλă ŜŦŦŜŎŭΦ

1.1.1.2 Random Pileup and the Shaping Time Constant

¢KŜ ŜŦŦŜŎŭ 2Ť NI·yŘ2Y LJλfŜdzLJ λă ŜăŭλYI·ŭŜŘ λy D!5w!{π5wC dzăλy∃ I· LJN2ØλŘŜŘ LJλfŜdzLJ ŎKŜŎ] ō2È I·yŘ ŜyŭŜNλy∃ I·y I·LJLJN2LJNλI·ŭŜ I·YLJfλŦλŜN ăKI·LJλy∃ ŭλYŜ Ŏ2yăŭI·yŭ ó**{KI·LJŜ ¢λYŜ** ódzăŭŭ LJI·NI·YŜŭŜNΦ ¢2 Ŏ2yăλŘŜN ŭKŜ ŜŦŦŜŎŭă 2Ť LJλfŜdzLJΣ ŭKŜ LJλfŜdzLJ ŎKŜŎ] ō2È Ydzăŭ ōŜ ŎKŜŎ]ŜŘ *(the default setting)*Φ LyI·ŘŘλŭλ2yΣ I·y I·LJLJN2ÈλYI·ŭŜ **{KI·LJŜ ¢λYŜ** óλy YλŎN2ăŜŎ2yŘăŭ NŜIjdzλNŜă Ŝyŭ N èΦ {λyŎŜ ŭKŜ I·YLJfλŦλŜN ăKI·LJλy∃ ŭλYŜ Ŏ2yăŭI·yŭ λă ∃ŜyŜNI·ffè 2yfè I·LJLJN2ÈλYI·ŭŜΣ λŭ λă 2ŦŭŜy ŜŎŜăăI·Nè ŭ2 ŎKI·NI·ŎŭŜNλÎŜ ŭKλă LJI·NI·YŜŭŜN ŜYLJλNλŎI·ffèΦ

² KŜy LJλfŜdzLJ NŜ?ŜŎŭŜNă I·NŜ dzăŜŘΣ ŭKŜ **{KI·LJŜ ¢λYŜ** Ŏ2yăŭI·yŭ ŦλŜfŘ ăK2dzfŘ ōŜ ŜyŭŜNŜŘ I·ă I· yŜ∃I·ŭλØŜ ØI·fdzŜΣ øλŭK I· YI·∃yλŭdzŘŜ I·LJLJN2ÈλYI·ŭŜfè ŜIjdzI·f ŭ2 ŭKŜ ăKI·LJλy∃ ŭλYŜ Ŏ2yăŭI·yŭ λy YλŎN2ăŜŎ2yŘăΦ ¢KŜ ØI·fdzŜ ăK2dzfŘ ōŜ I·LJLJN2ÈλYI·ŭŜfè πp Ŧ2N ŭèLJλŎI·f I tDŜ ŘŜŭŜŎŭ2Nă ŜIjdzλLJLJŜŘ øλŭK LJλfŜdzLJ NŜ?ŜŎŭλ2y ŎλNŎdzλŭNèΦ

1.1.1.3 Local X-ray Source and Magnitude

DI·YYI·πNI·è ŘŜŭŜŎŭ2Nă I·NŜ 2ŦŭŜy ădzNN2dzyŘŜŘ øλŭK fŜI·Ř 2N 2ŭKŜN Kλ∃Kπ½ YI·ŭŜNλI·fă I·ă I· ăKλŜfŘΦ ¢KŜăŜ ăKλŜfŘă ŜYλŭ Ŧfdz2NŜăŎŜyŎŜ ĚπNI·èă øKŜy ŜĚŎλŭŜŘ ōè λyŎλŘŜyŭ NI·Řλ I·ŭλ2yΦ ¢KŜ NŜădzfŭλy∃ ĚπNI·èă ŎI·y ōŜ ŜfλYλyI·ŭŜŘ ōè

ƒλyƒλyƐ ΰKŜ ăKλŜƒŘ ǿλΰK ƒ2ǿŜ⁰ I·ΰ2YλŎ yΫzYΫōŜ⁰ YΫI·ΰŜ⁰λI·ƒă ƒλ⁽Ŝ Ŏ2LJLJŜ⁰Σ ōdzΰ ƒλyŜ⁰ăI·⁰Ŝ 2ŦΰŜyΫy2ΰ dzăŜŘ ǿKŜyΫΰKŜ ÈπΫI·ëă Ř2 y2ΰ λyΰŜ⁰ŦŜ⁰Ŝ ǿλΰK ΰKŜ ƐI·YΫYΫI·πΫI·ëă 2Ŧ λyΰŜ⁰Ŝăΰφ

¢KŜ I·Ř?dzăΰI·ōƒŜ LJI·⁰I·YΫŜΰŜ⁰ăΰK I·ΰ ŎKI·⁰I·ŎΰŜ⁰λÎŜ ΰKŜ ÈπΫI·ëă λyŎƒdzŘŜ **[2ŎI·ƒ · ⁰I·ëă** ŏă2dz⁰ŎŜ YΫI·ΰŜ⁰λI·ƒΰ I·yŘ **· ⁰I·ë a I·Ɛyλΰdz ŘŜ** ŏÈπΫI·ë λyΰŜyăλΰëŏφ ! LJLJ⁰2ÈλYΫI·ΰŜ ŜyŜ⁰Ɛë ŘŜLJŜyŘŜyŎŜ λă I·LJLJƒλŜŘΣ ǿKλŎK Ř2Ŝă y2ΰ ⁰ŜIjdzΫ⁰Ŝ I·Ř?dzăΰI·ōƒŜ LJI·⁰I·YΫŜΰŜ⁰ăφ ¢KŜ YΫ2ŘŜƒ ŜØI·ƒdzI·ΰŜă ÈπΫI·ëă ăΰλYΫdzƒI·ΰŜŘ ōë ΰKŜ ƒŜI·⁽I·�ƐŜ 2Ŧ ăŜŎ2yŘI·⁰ë LJK2ΰ2yã Ŧ⁰2YΫ ΰKŜ ŘŜΰŜŎΰ2⁰ λyΫI·ŘŘλΰλ2yΫΰ2 ÈπΫI·ëă I·⁰ăλyƐ Ŧ⁰2YΫ ŘΫ⁰ŎΰΫ λyΰŜ⁰I·ŎΰΫ2yã 2Ŧ ΰKŜ λyŎλŘŜyΰ ⁰I·ŘλI·ΰΫ2yφ *Note: the single parameter characterization is not adequate if high precision is required in the x-ray region for these high-Z shields.*

1.1.1.4 Weight Range

¢KŜ **ǿŜƒƐKΰ ⁰I·yƐŜ** I·⁰ŜI· KI·ă ΰǿ2 ŦλŜƒŘăY **[2ǿŜ⁰ [λYƒΰ** I·yŘ **⁽LJLJŜ⁰ [λYƒΰφ** 5dz⁰λyƐ I·yΫ I·y1·ƒëăλă 2⁰ ŦλΰΰλyƐΣ D ! 5w ! {π5wC ǿλƒƒ I·ΰΰŜYΫLJΰ ΰ2 Ŧλΰΰ 2yƒΫë ΰKŜ ⁰ŜƐλ2yΫ2Ŧ ΰKŜ ăLJŜŎΰ⁰dzYΫ ŘŜŦλyŜŘ ōë ΰKŜăŜ ƒλYΫλΰăφ D⁰I·ëŜŘπ2dzΰ ⁰ŜƐλ2yã λyΫΰKŜ LJƒ2ΰ λyŘλŎI·ΰŜ λƐy2⁰ŜŘ LJ2⁰ΰλ2yã 2Ŧ ΰKŜ ăLJŜŎΰ⁰dzYΫφ

1.1.1.5 Anticoincidence (AC) Shields

LyΫă2YΫŜ ŘŜΰŜŎΰ2⁰ ăëăΰŜYΫăΣ ΰKŜ LJ⁰λYΫI·⁰ë ŘŜΰŜŎΰ2⁰ λă ădz⁰⁰2dzyŘŜŘ ōë I·y2ΰKŜ⁰ ŘŜΰŜŎΰ2⁰Σ ŎI·ƒƒŜŘ I·yΫ I·yΰλŎ2λyŎλŘŜyŎŜ ó ! /ΰ ăKλŜƒŘφ ¢Kλă ⁰ŜŘdzŎŜă ōI·Ŏ⁽Ɛ⁰2dzyŘ ōë ⁰Ŝ?ŜŎΰλyƐ ŜØŜyΰă ⁰ŜŎ2⁰ŘŜŘ ăλYΫdzƒΰI·yŜ2dzăƒë λyΫ ō2ΰK ŘŜΰŜŎΰ2⁰ăφ ! / ăKλŜƒŘă ⁰ŜŘdzŎŜ ΰKŜ /2YΫLJΰ2yΫŎ2yΰλyΫdzdzYΫ ōë ŜÈŎƒdzŘλyƐ λyΫΰŜ⁰I·Ŏΰλ2yã ǿKŜ⁰Ŝ I· LJK2ΰ2yΫ ăŎI·ΰΰŜ⁰ăφ ōŜΰǿŜŜyΫΰKŜ LJ⁰λYΫI·⁰ë ŘŜΰŜŎΰ2⁰ I·yŘ ΰKŜ ! / ăKλŜƒŘφ ¢KŜ ŜŦŜŎΰă 2Ŧ ! / ăKλŜƒŘă ŎI·yΫōŜ ΰ⁰ŜI·ΰŜŘ ōë ŘŜŦλyƒλyƐ ΰKŜ LJI·⁰I·YΫŜΰŜ⁰ăφ dzyŘŜ⁰ ΰKŜ **! yΰλπ/2λyŎλŘŜyŎŜ {KλŜƒŘ** ăŜŎΰλ2yΫ

- **¢ëLJŜ**Y ¢KŜ ΰëLJŜ 2Ŧ ! / ăKλŜƒŘ ŘŜΰŜŎΰ2⁰ YΫI·ΰŜ⁰λI·ƒ ŏŜφƐφ bI·Lΰ
- **{2ƒλŘ ! yƐƒŜ**Y {2ƒλŘ I·yƐƒŜ ădzōΰŜyŘŜŘ ōë ΰKŜ ! / ăKλŜƒŘ Ŧ⁰2YΫ ΰKŜ LJ⁰λYΫI·⁰ë ŘŜΰŜŎΰ2⁰
- **¢KλŎ⁽yŜăă**Y ¢KλŎ⁽yŜăă λyΫŎYΫ 2Ŧ ΰKŜ ! / ăKλŜƒŘ
- **5ŜI·Ř [I·ëŜ⁰** ½Y ! ØŜ⁰I·ƐŜ I·ΰ2YλŎ yΫzYΫōŜ⁰ ó ! bΰ 2Ŧ ΰKŜ ŘŜI·Ř ƒI·ëŜ⁰ 2yΫΰKŜ ! / ăKλŜƒŘ
- **5ŜI·Ř [I·ëŜ⁰ ! 5**Y ! ⁰ŜI·ƒ ŘŜyăλΰë 2Ŧ ΰKŜ ! / ŘŜI·Ř ƒI·ëŜ⁰ λyΫƐκŎYΫ⁽ᴴ
- **{KλŜƒŘ [[5**Y [2ǿŜ⁰πƒŜØŜƒ ŘλăŎ⁰λYΫλy1·ΰ2⁰ 2Ŧ ΰKŜ ! / ăKλŜƒŘ

1.1.1.6 Other Effects

² KŜyΫōŜΰI· LJI·⁰ΰλŎƒŜă dzyŘŜ⁰Ɛ2 I· yŜƐI·ΰλǿŜ I·ŎŎŜƒŜ⁰I·ΰλ2yΫΣ ⁰I·ŘλI·ΰλ2yΫλă ŜYΫΰΰŜŘ λyΫΰKŜ Ŧ2⁰YΫ 2Ŧ ō⁰ŜYΫăΰ⁰I·Kƒdzy Ɛ LJK2ΰ2yã . ⁰ŜYΫăΰ⁰I·Kƒdzy Ɛ ⁰I·ŘλI·ΰλ2yΫλă I· Ŏ2yΰλyΫdzdzYΫ ǿλΰK ΰKŜ YΫI·ÈλYΫdzY λyΫΰŜyăλΰë I·ΰ ƒ2ǿ ŜyŜ⁰Ɛë I·yŘ ŜÈΰŜyŘλy Ɛ dzLJ ΰ2 ΰKŜ ŜyŘ LJ2λyΫ ŜyŜ⁰Ɛë 2Ŧ ΰKŜ ŎŜΰI· LJI·⁰ΰλŎƒŜăφ ¢KŜ **. ŜΰI·ă** LJI·⁰I·YΫŜΰŜ⁰ LJ⁰2ØλŘŜă ΰKŜ I·ōƒΫΰë ΰ2 ŜăΰλYΫI·ΰŜ ΰKŜ Ŏ2yΰλyΫdzdzYΫ LJ⁰2ŘdzŎŜŘ ōë ō⁰ŜYΫăΰ⁰I·Kƒdzy Ɛ ŜYΫăăλ2yφ ¦ ădzI·ƒƒë I· ƐƐ2Ř Ŧ⁰λăΰ ŜăΰλYΫI·ΰŜ Ŧ2⁰ ΰKλă LJI·⁰I·YΫŜΰŜ⁰ λă нл. *Note: Except for limited cases, a correction of this bremsstrahlung parameter is neither necessary nor advised.* LŦ I· YΫ2⁰ŜΫ I·ŎŎdz⁰I·ΰŜ ⁰ŜLJ⁰ŜăŜyΰI·ΰλ2yΫλă ⁰ŜIjdz⁰ŜŘΣ I· ⁰I·ŘλI·ΰλ2yΫΰ⁰I·yăLJ2⁰ΰΰ ŎI·ƒŎdzƒI·ΰλ2yΫ ăK2dzƒŘ ōŜ LJŜ⁰Ŧ2⁰YΫŜŘφ

! ŘŘλΰλ2y1·ƒ LJI·⁰I·YΫŜΰŜ⁰ăΰ I·⁰ŜΫ LJ⁰2ØλŘŜŘ ΰ2 ōŜΰΰŜ⁰ ŎKI·⁰I·ŎΰŜ⁰λÎŜ yŜǿ ⁰2ƐYΫπΰŜYΫLJŜ⁰I·ΰdz⁰ŜΫ ăŜYΫλŎ2yŘdzŎΰ2⁰ ŘŜΰŜŎΰ2⁰ăΰ ƒλ⁽Ŝ ŎI·ŘYΫλdzYΫπÎλyŎπΰŜƒƒdz⁰λŘŜ ó/½¢ΰφ ¢KŜăŜ LJI·⁰I·YΫŜΰŜ⁰ăΰ Ŏ2⁰Ŝ⁰ăLJ2yŘ ΰ2 LJ⁰2LJŜ⁰ΰλŜă ƒλ⁽Ŝ **K2ƒŜ ΰ⁰I·LJLJλyƐΣ Ɛ⁰λŘă** ŜŦŦŜŎΰăΣ I·yŘ **ŘŜI·Ř ƒI·ëŜ⁰ăφ**

НЛ

3 PCF SPECTRAL FILE

¢KŜ Y˙l·λy˙ŦλŧŜ Ŧ2ℕY˙l·ŭ λyŭℕλyãλŎ ŭ2 D!5w!{π5wC λă l· ōλyl·ℕèΣ ŘλℕŜŎŭ l·ŎŎŜăă ŦλŧŜ ǿλŭK l· **t/C** ŜÈŭŜyãλ2yΦ D!5w!{π5wC Ŏl·y˙ℕŜl·Ř Y˙l·yè 2ŭKŜℕ ăLJŜŎŭℕl·f ŦλŧŜ Ŧ2ℕY˙l·ŭă óŜΦ∃Φ hℕŭŜŎ **/ l b**Σ ŭKŜ L!9! **{t9** ŦλŧŜ ŭèLJŜăΣ **!{/**Σ **t//**Σ **bnн**Σ ŜŭŎΦú Ŧℕ2Y˙ Y˙l·yè ØŜyŘ2ℕă l·yŘ Ŏ2yØŜℕŭ ŭKŜY˙ ŭ2 ŭKŜ D!5w!{π5wC LJℕŜŦŜℕℕŜŘ **t/C** ŦλŧŜ Ŧ2ℕY˙l·ŭΦ D!5w!{π5wC ǿℕλŭŜă ŜyŜℕ∃è Ŏl·ŧłōℕl·ŭλ2y˙Ŏ2ŜŦŦλŎλŜyŭă l·yŘ 2ŭKŜℕ ădzLJLJŧŜY˙Ŝyŭl·t λyŦ2ℕY˙l·ŭλ2y˙ŘλℕŜŎŭŧè λyŭ2 **t/C** ŦλŧŜăΦ

D!5w!{π5wC ∃ŜyŜℕl·ŭŜă l·yŘ ăŭ2ℕŜă ŭKŜ **t/C** ŦλŧŜ λy˙ŭKŜ ăl·Y˙Ŝ ŦλŧŜ f2Ŏl·ŭλ2y˙l·ă ŭKŜ **5ŜŭŜŎŭ2ℕΦŘl·ŭ** ŦλŧŜΦ ¢Kλă λă ŭèLJλŎl·ffè l· dzăŜℕ ŎK2ăŜy˙ădzōŘλℕŜŎŭ2ℕè λy˙D!5w!{π5wCξ5ŜŭŜŎŭ2ℕΦ ¢KŜ **5ŜŭŜŎŭ2ℕΦŘl·ŭ** ŦλŧŜ Y˙dzăŭ ōŜ ŘŜŦλyŜŘ LJℕλ2ℕ ŭ2 ŜØl·ŧdzl·ŭλy∃ ăLJŜŎŭℕl·f Řl·ŭl·Φ {ŜŧŜŎŭλ2y˙2ℕ ŎℕŜl·ŭλ2y˙2Ŧ ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2ℕ ó**5ŜŭŜŎŭ2ℕΦŘl·ŭ** ŦλŧŜú λă ŘλăŎdzăăŜŘ λy˙ {ŜŎŭλ2y˙нΦ ! t/C Řl·ŭl· ŦλŧŜ Ŏl·y˙ōŜ ∃ŜyŜℕl·ŭŜŘ 2ℕ ŎℕŜl·ŭŜŘ Ŧℕ2Y˙ ŭKŜ tf2ŭ ŭl·ō 2y˙ŭKŜ Y˙l·λy˙ăŎℕŜŜyΦ ¢2 Ř2 ŭKλăΣ ŭKŜ dzăŜℕ Ŏl·y˙ăŜŧŜŎŭ **bŜǿ** Ŧℕ2Y˙ ŭKŜ CλŧŜ Řℕ2LJπŘ2ǿy˙Y˙Ŝyŭ̈zΣ l·ă ăK2ǿy˙λy˙Cλ∃dzℕŜ yΦ ¢Kλă l·Ŏŭλ2y˙2LJŜyã l· ² λyŘ2ǿă 9ÈLJf2ℕŜℕ ǿλyŘ2ǿ óCλ∃dzℕŜ фú ǿλŭK á**ŜǿŜyŭ[λăŭ**ε̈ l·ă l· ŘŜŦl·dzŧŭ ŦλŧŜ yl·Y˙Ŝ Ŧ2ℕ ŭKŜ t/CΦ ¢Kλă ŦλŧŜ yl·Y˙Ŝ Ŏl·y˙ōŜ Y˙2ŘλŦλŜŘ ōè ŭKŜ dzăŜℕΣ λŦ ŘŜăλℕŜŘΦ ¢KŜ ŘŜŦl·dzŧŭ Ŧ2ŧŘŜℕ f2Ŏl·ŭλ2y˙λă ŭKŜ ŘλℕŜŎŭ2ℕè λy˙ǿKλŎK ŭKŜ ŎdzℕℕŜyŭ ăŜŧŜŎŭŜŘ ŘŜŭŜŎŭ2ℕ λă f2Ŏl·ŭŜŘΦ !ŦŭŜℕ l·yè yŜŎŜăăl·ℕè ŎKl·y∃Ŝă l·ℕŜ Y˙l·ŘŜΣ ŭKŜ ² λyŘ2ǿă 9ÈLJf2ℕŜℕ ά2LJŜyε̈ ōdzŭŭ2y˙λă ăŜŧŜŎŭŜŘ l·yŘ l· ōŧl·y˙ t/C ăŎℕŜŜy˙λă ŎℕŜl·ŭŜŘΣ l·ă ăK2ǿy˙λy˙Cλ∃dzℕŜ млΦ

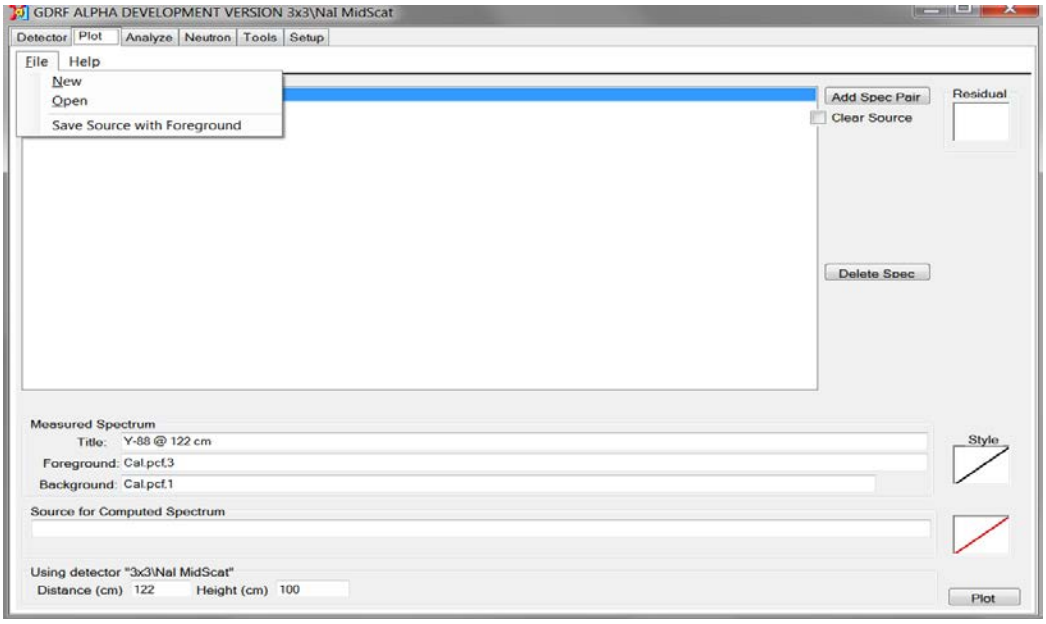


Figure 8. Creating a new PCF file from the Plot tab within the File menu.

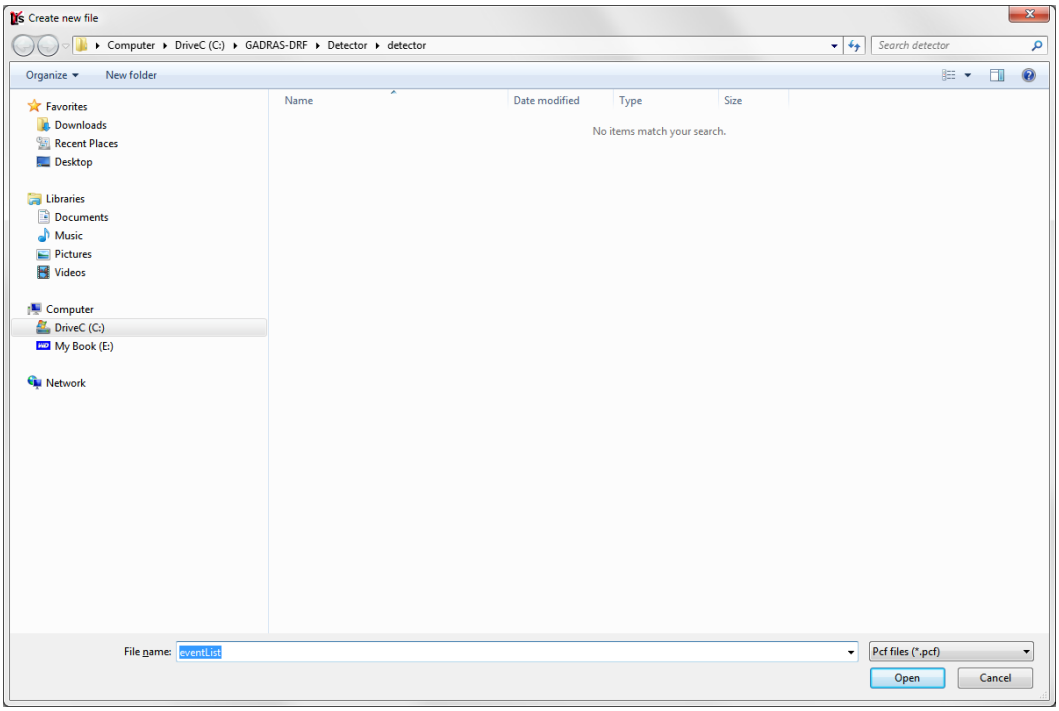


Figure 9. The default PCF file name is ñeventList.pcfò.

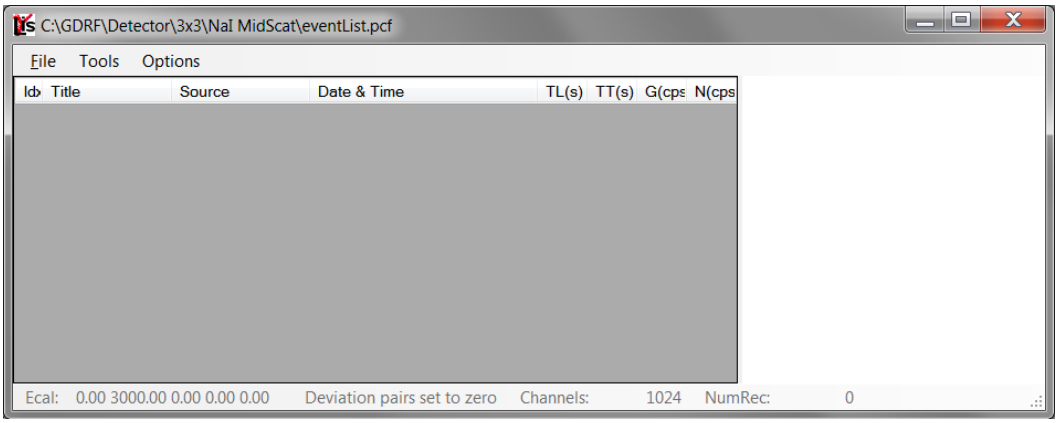


Figure 10. A newly created blank PCF screen.

{LJŜŎǘNJl·f ŦλfŜăΣ ǿKλŎK Y l·è ōŜ λy ǘKŜ Ŧ2NJY 2Ŧ l·y hdzǘf22ʅ ŜY l·λf l·ǘǘl·ŎKYŜyǘ 2NJ ŦλfŜ f2Ŏl·ǘŜŘ 2y ǘKŜ Ŏ2YLJdzǘŜNJΣ Ŏl·y ōŜ l·ŘŘŜŘ ǘ2 ǘKŜ ōfl·yʅ t / C ōè ŘNJl·ƎƎλyƎ l·yŘ ŘNJ2LJLJλyƎ ǘKŜ ŘŜăλNJŜŘ Řl·ǘl· ŦλfŜ ǘ2 ǘKŜ ōfl·yʅ ƎNJl·è ăLJl·ŎŜ 2y ǘKŜ ăŎNJŜŜyφ CλƎdzNJŜ мм ăK2ǿă ǘKŜ ŦλfŜ fλăǘ Ŧ2NJY l·ŦǘŜNJ LJ2LJdzfl·ǘλyƎ l· t / C ŦλfŜ ǘλǘfŜŘ ά **/ l·fφLJŎŦ**έ ǿλǘK ŜλƎKǘ ăLJŜŎǘNJl·f ŜyǘNJλŜă óŦλǾŜ Ŏl·fλōNJl·ǘλ2y ă2dzNJŎŜ ăLJŜŎǘNJl· l·yŘ ǘKNJŜŜ ōl·Ŏʅ ƎNJ2dzyŘ ăLJŜŎǘNJl·ύφ

D ! 5w ! {π5wC Ŏl·y LJNJ2ŎŜăă ăLJŜŎǘNJl·f Řl·ǘl· ǘl·ʅŜy l·ǘ ŘλŦŦŜNJŜyǘ ă2dzNJŎŜπǘ2πŘŜǘŜŎǘ2NJ Řλăǘl·yŎŜă l·yŘ KŜλƎKǘăφ tNJ2ŎŜăăλyƎ ǘKŜ ăLJŜŎǘNJl·f Řl·ǘl· λă Ŧl·Ŏλfλǘl·ǘŜŘ ōè ŜyǘŜNJλyƎ ǘKŜ ă2dzNJŎŜπǘ2πŘŜǘŜŎǘ2NJ Řλăǘl·yŎŜ Ŧ2NJ Ŝl·ŎK ăLJŜŎǘNJdzY λy ǘKŜ ŦλfŜ ǘλǘfŜ ŦλŜfŘ ă2 ǘKl·ǘ ǘKŜăŜ Ǿl·fdzŜă l·NJŜ ŜyǘŜNJŜŘ l·ă ŘŜŦl·dzfǘă ǿKŜy Ŏ2YLJdzǘŜŘ ăLJŜŎǘNJl· l·NJŜ Ŏ2YLJl·NJŜŘ ǿλǘK YŜl·ădzNJŜYŜyǘăφ ¢KŜ ă2dzNJŎŜπǘ2πŘŜǘŜŎǘ2NJ Řλăǘl·yŎŜ Ydzăǘ ōŜ Ŏ2yǘl·λyŜŘ ōŜǘǿŜŜy ǘKŜ ŎKl·NJl·ŎǘŜNJ ά Ϫ έ l·yŘ ǘKŜ ăǘNJλyƎ άŎYέ 2NJ άYΣέ λyŘλŎl·ǘλyƎ Řλăǘl·yŎŜă λy ŎŜyǘλYŜǘŜNJă 2NJ YŜǘŜNJăΣ NJŜăLJŜŎǘλǾŜfèφ ¢KŜ λyǘŜNJLJNJŜǘl·ǘλ2y 2Ŧ ǘKŜ ăǘNJλyƎ ŘŜŦλyλyƎ Řλăǘl·yŎŜ λă y2ǘ Ŏl·ăŜ ăŜyăλǘλǾŜφ LŦ ǘKŜ ŘŜǘŜŎǘ2NJ KŜλƎKǘ λă l·fă2 ŜyǘŜNJŜŘΣ

ǘKŜ KŜƛƎKǘ Yʳdzǎǘ ōŜ ŎƧƴǘƚ·ƛƴŜŘ ōŜǘǿŜŜƴǘKŜ ǎǘǸƛƴƎ ά ƚ Ґέ ƚ·ƴŘ ǘKŜ ǎǘǸƛƴƎ άŎYέ ƧǸ άYΦέ {ƛYƛƚƚ·ǸƚȅΣ ǘKŜ ǎǘǸƛƴƎǎ ƚ·ǸŜ ƴƧǘ Ŏƚ·ǎŜ ǎŜƴǎƛǘƛǾŜΦ CƛƎdzǸŜ ммм ǎKƧǿǎ ǘKŜ t / C ŦƛƚŜ ǿƛǘK ǘKŜ ά^ННУ¢K ǿƚ·ǘ мнн ŎYǘέ ŜƴǘǸȅ KƛƎKƚƛƎKǘŜŘ ƛƴōƚdzŜ ƚ·ƴŘ ƚ· ǎLJŜŎǘǸƚ·ƚ LJǸŜǾƛŜǿ ƧƴǘKŜ ǸƛƎKǘ ƛƴǸŜŘΦ

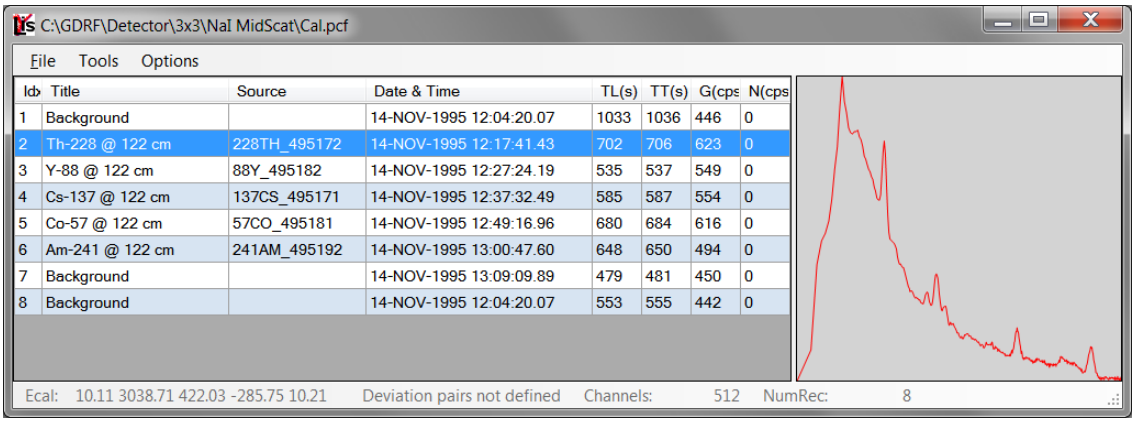


Figure 11. PCF file with eight spectra (*left*). Preview of ^{228}Th spectrum displayed in red (*right*).

4 PLOTTING/VIEWING SPECTRA (VIA PCF FILE)

4.1 Measured Spectra

¢ĶŜ dzăŜŃ Ŏl·ƴLJƒƨű ƨƴŜ ƨŃ ƴƨŃŜ ƎI·ƴƴI·πŃI·ȅ ăLJŜŎűŃI· ƛƴI· t/C ŦƛƒŜ dzăƛƴƎ űĶŜ **tƒƨű** ƨLJűƛƨƴƒƨŎI·űŜŘ ƨƴűĶŜ ōƨűűƨƴπŃƛƎĶű ŎƨŃƴŜŃ ƨŦ űĶŜ tƒƨű LJI·ƎŜφ ó{ŜŜ ŜȄI·ƴLJƒŜΣ CƛƎdzŃŜ мнú

¢ĶŜ ŃŜŎƨŃŘ ƨŦ ƛƴűŜŃŜăű ŦŃƨƴ űĶŜ ƨLJŜƴŜŘ ăLJŜŎűŃI·ƒ t/C ŦƛƒŜ ŎI·ƴōŜ ƛƴŎƒdzŘŜŘ ƛƴűĶŜ LJƒƨű ōȅ ŘŃI·ƎƎƛƴƎ I·ƴŘ ŘŃƨLJLJƛƴƎ űĶŜ ŃŜŎƨŃŘ űƨ űĶŜ I·LJLJŃƨLJŃƛI·űŜ ƴŜI·ădzŃŜŘ ăLJŜŎűŃdzƴ ƒƨŎI·űƛƨƴΣ ŜƛűĶŜŃ ŦƨŃŜƎŃƨdzƴŘ ƨŃ ōI·ŎĮƎŃƨdzƴŘφ ² ĶŜƴI· ōI·ŎĮƎŃƨdzƴŘ ƛă ƛƴŎƒdzŘŜŘ I·ƒƨƴƎ ǿƛűĶ I· ŦƨŃŜƎŃƨdzƴŘ ăLJŜŎűŃdzƴΣ I· űƛƴŜπƴƨŃƴI·ƒƛÎŜŘΣ ōI·ŎĮƎŃƨdzƴŘπ ădzōűŃI·ŎűŜŘ ăLJŜŎűŃdzƴ ƛă LJƒƨűűŜŘφ ² ĶŜƴűĶŜ ăLJŜŎűŃdzƴ ŦƛŜƒŘă I·ŃŜ ŎƨƴLJƒŜűŜΣ űĶŜ **tƒƨű** ōdzűűƨƴƴdzăű ōŜ ŎƒƛŎĮŜŘ űƨ ŘŃI·ǿ I· ƴŜǿ ƨŃ ƴƨŘƛŦƛŜŘ LJƒƨűφ

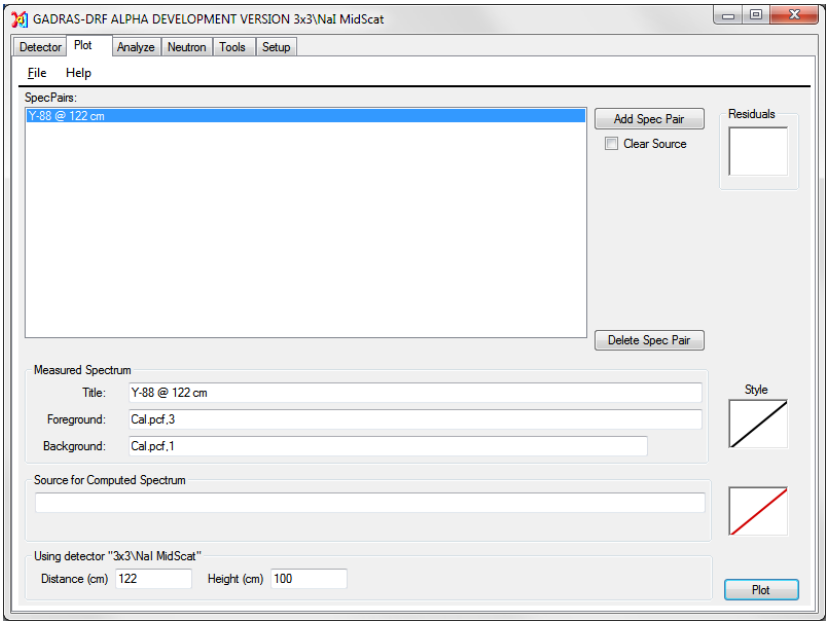


Figure 12. Plot screen with entries to be plotted from the ñcal.pcfò file.

¦ ăƛƴƎ űĶŜ ƛƴŦƨŃƴI·űƛƨƴƨƴűĶŜ **tƒƨű** ăŎŃŜŜƴΣ ŜƛűĶŜŃ dzƴLJŃƨŎŜăăŜŘ ƨŃ ōI·ŎĮƎŃƨdzƴŘπădzōűŃI·ŎűŜŘ ăLJŜŎűŃI· ŎI·ƴōŜ LJƒƨűűŜŘ I·ă ƛƒƒdzăűŃI·űŜŘ ƛƴCƛƎdzŃŜ мoφ ¢ĶŜ **!ŘŘ {LJŜŎ tI·ƛŃ** I·ƴŘ **5ŜƒŜűŜ {LJŜŎ tI·ƛŃ** ōdzűűƨƴã ŦƨdzƴŘ ƨƴűĶŜ űƨLJπ ŃƛƎĶű ŎƨŃƴŜŃ ƨŦ űĶŜ ăŎŃŜŜƴI·ŃŜ dzăŜŘ űƨ I·ŘŘ ƨŃ ŃŜƴƨǾŜ I·ŘŘƛűƛƨƴI·ƒ ăLJŜŎűŃI· ŦŃƨƴ űĶŜ LJƒƨűφ

² ĶŜƴűĶŜ **!ŘŘ {LJŜŎ tI·ƛŃ** ōdzűűƨƴƛă ŎƒƛŎĮŜŘΣ D!5w!{π5wC I·dzűƨƴI·űƛŎI·ƒƒȅ ƛƴŎƒdzŘŜă űĶŜ ƴŜȄű ŃŜŎƨŃŘ ƛƴűĶŜ t/C ŦƛƒŜ űƨ űĶŜ **aŜI·ădzŃŜŘ CƨŃŜƎŃƨdzƴŘ** ăLJŜŎűŃdzƴφ ¢ĶŜ LJŃŜǾƛƨdză **.I·ŎĮƎŃƨdzƴŘ** ŃŜŎƨŃŘ ƛă ƴI·ƛƴűI·ƛƴŜŘ ōȅ ŘŜŦI·dzƒűφ

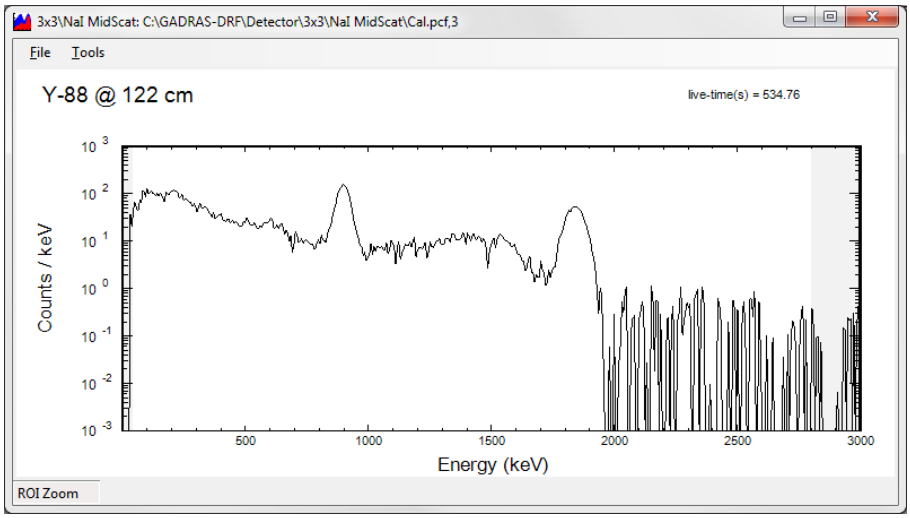


Figure 13. Plot of background subtracted ^{88}Y spectrum.

[illegible]

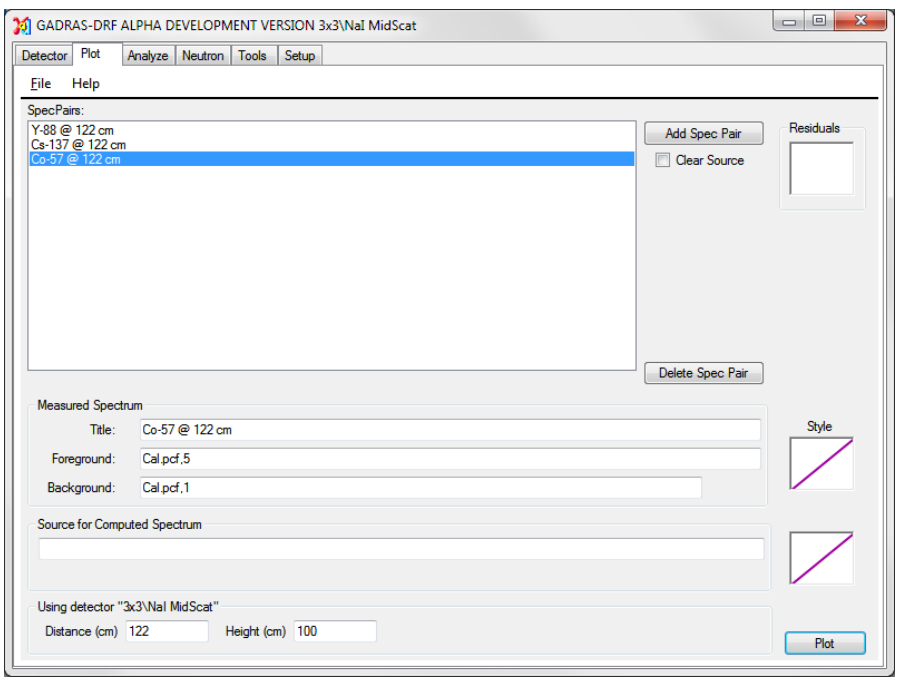


Figure 14. Plot page example with 3 background subtracted spectral pairs identified for plotting.

[illegible]

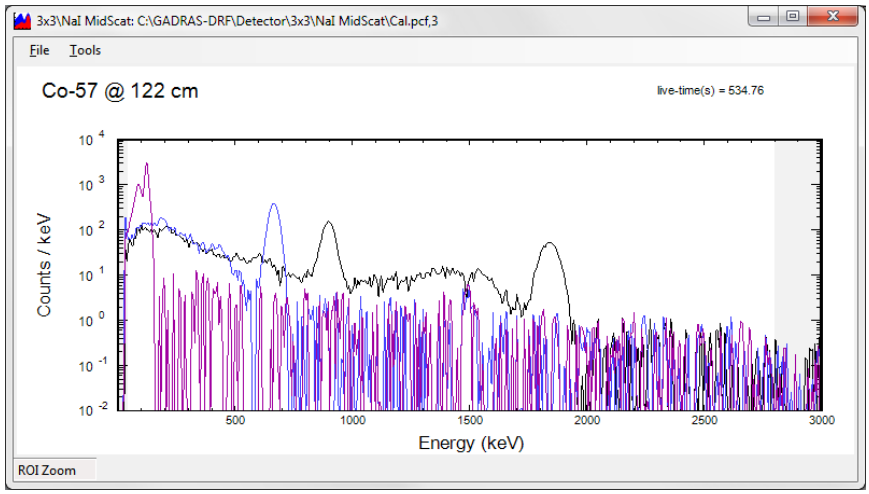


Figure 15. Plot of the three background subtracted spectral pairs: ^{137}Cs (*blue*), ^{57}Co (*purple*), and ^{88}Y (*black*).

4.2 Computed Spectra

Lƴ l·ŘŘƛǘƛƨƴǘƨ ŘƛǎLƴƒl·èƛƴƎ ƴŜl·ǎdzƝŜŘ ǎLƴŜŎǘƝl·Σ ŎƨƴLƴdzǘŜŘ ǎLƴŜŎǘƝl· ƨƝ ƛǎƨǘƨLƴŜ ǎƨdzƝŎŜ ǎLƴŜŎǘƝl· Ŏl·ƴ l·ƒǎƨ ōŜ ŘƛǎLƴƒl·èŜŘ ŦƝƨƴ ǘƛŜ Lƴƒƨǘ Lƴl·ƎŜφ {ƨdzƝŎŜǎ ŦƨƝ ŎƨƴLƴdzǘŜŘ ǎLƴŜŎǘƝl· l·ƝŜ ŜƴǘŜƝŜŘ ƨƴǘƛŜ **{ƨdzƝŎŜ ŦƨƝ /ƨƴLƴdzǘŜŘ {LƴŜŎǘƝdzƴ** ƒƛƴŜ l·ǘ ǘƛŜ ōƨǘǘƨƴ ƨŦ ǘƛŜ Lƴƒƨǘ ǿƛƴŘƨǿφ

hǘƛŜƝ ƨLƴǘƛƨƴl·ƒ ǎƨdzƝŎŜǎ ƴl·è ƛƴŎƒdzŘŜƴ

- ǘƛŜ ƴl·ƴŜκǎŜƝƛl·ƒ ƴdzƴōŜƝ ƨŦ l· Ŏl·ƒƛōƝl·ǘƛƨƴǎƨdzƝŎŜ ƛƴǘƛŜ ǎƨdzƝŎŜ ƒƛōƝl·ƝèκŘl·ǘl·ōl·ǎŜΣ
- l·ƴƨdzǘLƴdzǘ ŦƛƒŜ ƴl·ƴŜ ŦƝƨƴ Ɲl·ŘƛǎƛƴǘƝl·ƴǎLƴƨƝǘ Ŏl·ƒŎdzƒl·ǘƛƨƴǎ óƛφŜφΣ l· **D! a** ŦƛƒŜǘΣ
- l·ƴƛǎƨǘƨLƴƛŎ ŘŜǎƛƎƴl·ǘƛƨƴl·ƴŘ ǎƨdzƝŎŜ ǎǘƝŜƴƎǘƛ óŜφƎφΣ **нон¦Σ мφpdz/**ǘφ

!ŎǘƛØƛǘè dzƴƛǘǎ ŦƨƝ ǘƛŜ ŎƨƴLƴdzǘŜŘ ǎLƴŜŎǘƝdzƴ l·ƝŜ l·ƒǿl·èǎ ƎƛØŜƴƛƴ/dzƝƛŜǎ óǎƛƨƝǘŜƴŜŘ ǘƨ ά/έ ƛƴǎǘŜl·Ř ƨŦ ǘƛŜ ǎǘl·ƴŘl·ƝŘ ά/ƛέǘφ ¢ƛƛǎ dzƴƛǘ ƴl·è ōŜ LƴƝŜLƴŜƴŘŜŘ ǿƛǘƛ ǘƛŜ ŦƨƒƒƨǿƛƴƎ {L LƴƝŜŦƛÈŜǎ ó*Note: these are not case sensitive*ǘƴ

- Lƴ/ƴ LƴƛŎƨ/dzƝƛŜǎ
- ƴ/ƴ ƴl·ƴƨ/dzƝƛŜǎ
- dz/ƴ ƴƛŎƝƨ/dzƝƛŜǎ
- ƴ/ƴ ƴƛƒƒƛ/dzƝƛŜǎ
- ʅ/ƴ ʅƛƒƨ/dzƝƛŜǎ

!ƒǘŜƝƴl·ǘƛØŜƒèΣ dzƴƛǘǎ ƨŦ .ŜŎljdzŜƝŜƒ óǎƛƨƝǘŜƴŜŘ l·ǎ .ljǘ Ŏl·ƴōŜ ƛƴLƴdzǘ dzǎƛƴƎ ǘƛŜ ŦƨƒƒƨǿƛƴƎ {L LƴƝŜŦƛÈŜǎ ól·ƒǎƨ ƴƨǘ Ŏl·ǎŜ ǎŜƴǎƛǘƛØŜǘƴ

- ʅ.ljƴ ʅƛƒƨ.ŜŎljdzŜƝŜƒ
- a.ljƴ ƴŜƎl·.ŜŎljdzŜƝŜƒ
- D.ljƴ ƎƛƎl·.ŜŎljdzŜƝŜƒ

a l·ǎǎ ƨƝ l·ŎǘƛØƛǘè ƨŦ l· ǎƨdzƝŎŜ Ŏl·ƴōŜ ǎLƴŜŎƛŦƛŜŘ l·ƴŘ dzǎŜŘ ŦƨƝ LƴƨǘǘƛƴƎφ ¢ƛŜ ƴl·ǎǎ ƛǎ ŎƨƴØŜƝǘŜŘ ǘƨ ǘƛŜ LƴƝƨLƴŜƝ l·ŎǘƛØƛǘè LƴƝƛƨƝ ǘƨ LƴƒƨǘǘƛƴƎ óŜφƎφΣ **нофtdzΣ рлƎ** ƛǎ ŎƨƴØŜƝǘŜŘ ǘƨ **нофtdzΣ оφм/**ǘφ

² KŜy**D! a** ŦλfŜă l·NJŜ dzăŜŘΣ ŭKŜ l·ŎŭλØλúè fŜØŜf ăLJŜŎλŦλŜŘ λy / dzNJλŜă ŘŜŭŜNJYλyŜă ŭKŜ ăŎl·fλyƎ Ŧl·ŎŭƨNJ Ŧƨ NJ ŭKŜ ă2dzNJŎŜΦ ¢Kdzăƨ l·y l·ŎŭλØλúè 2Ŧ áм / ε λyŘλŎl·ŭŜă ŭKl·ŭ ŭKŜ ă2dzNJŎŜ ăK2dzfŘ y2ŭ ōŜ ăŎl·fŜŘΣ l·yŘ l·y l·ŎŭλØλúè 2Ŧ áн / ε λyŘλŎl·ŭŜă ŭKl·ŭ ŭKŜ ă2dzNJŎŜ ăŭNJŜyƎŭK ăK2dzfŘ ōŜ Ř2dzōfŜŘΦ

¢KŜ ăλY dzfl·ŭŜŘκŎ2YLJdzŭŜŘ ăLJŜŎŭNJdzY ŎI·y ōŜ l· YλÈŭdzNJŜ 2NJ ădzY 2Ŧ ăŜØŜNJl·f ăLJŜŎŭNJl·Φ ¢KŜ λyŘλØλŘdzl·f ăLJŜŎŭNJl· Ŏl·y ōŜ ădzYYŜŘ ōè LJfl·ŎλyƎ l· LJfdză óЂú ăλƎy ōŜŭØŜŜy ŭKŜ ădzŎŎŜăăλØŜ ă2dzNJŎŜă óŜΦƎΦΣ нон ¦ Σ мdz / ЂплYΣ нрY / úΦ Dl·YYl·πNJl·èă ŜYλŭŭŜŘ ōè ŭKŜ ăLJŜŎλŦλŜŘ λă2ŭ2LJŜă l·NJŜ Ŧ2fŘŜŘ ŭKN2dzƎK ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2NJ NJŜăLJ2yãŜ ŦdzyŎŭλ2y ŭ2 Ŏ2YLJdzŭŜ ŭKŜ ăLJŜŎŭNJdzY ŭKl·ŭ ø2dzfŘ ōŜ NJŜŎ2NJŘŜŘ λŦ ŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2NJ øŜNJŜ ŜÈLJ2ăŜŘ ŭ2 ŭKŜ ƎλØŜy 2NJ ă2dzNJŎŜăΦ LŦ 2yŜ ăLJŜŎŭNJl·f LJl·λNJ λă LJf2ŭŭŜŘΣ ŭKŜ ⁻ᴴ ŦλŭNJŜăλŘdzl·fă ōŜŭØŜŜy ŭKŜ YŜl·ădzNJŜŘ l·yŘ Ŏ2YLJdzŭŜŘ ăLJŜŎŭNJl· l·NJŜ Ŏl·fŎdzfl·ŭŜŘ l·yŘ ŘλăLJfl·èŜŘΦ

CλƎdzNJŜ мс ƎλØŜă l·y ŜÈl·YLJfŜ 2Ŧ ŭKŜ **tf2ŭ** ăŎNJŜŜy øλŭK l· ʸʸ¸ ăLJŜŎŭNJdzY óŎl·fΦLJŎŦΣ oú 2y ŭKŜ Ŧ2NJŜƎNJ2dzyŘ fλyŜ l·yŘ l· ōl·Ŏ]ƎNJ2dzyŘ ăLJŜŎŭNJdzY óŎl·fΦLJŎŦΣ мú 2y ŭKŜ ōl·Ŏ]ƎNJ2dzyŘ fλyŜΦ ¢KŜ **{2dzNJŎŜ Ŧ2NJ /2YLJdzŭŜŘ {LJŜŎŭNJdzY** fλyŜ ăK2øă ŭKl·ŭ ŭKŜ YŜl·ădzNJŜŘ ăLJŜŎŭNJdzY λă ŭ2 ōŜ Ŏ2YLJl·NJŜŘ øλŭK ŭKŜ Ŏ2YLJdzŭŜŘ ăLJŜŎŭNJdzY Ŧ2NJ ŭKŜ ʸʸ¸ ă2dzNJŎŜ øλŭK ăŜNJλl·f ydzYōŜNJ **пфрмпо**Φ ¢KŜ ŘλăLJfl·è øλff ăK2ø l· ōl·Ŏ]ƎNJ2dzyŘπădzōŭNJl·ŎŭŜŘ ʸʸ¸ ăLJŜŎŭNJdzY λy ōfl·Ŏ] l·yŘ ŭKŜ Ŏ2YLJdzŭŜŘ ăLJŜŎŭNJdzY λy NJŜŘΦ

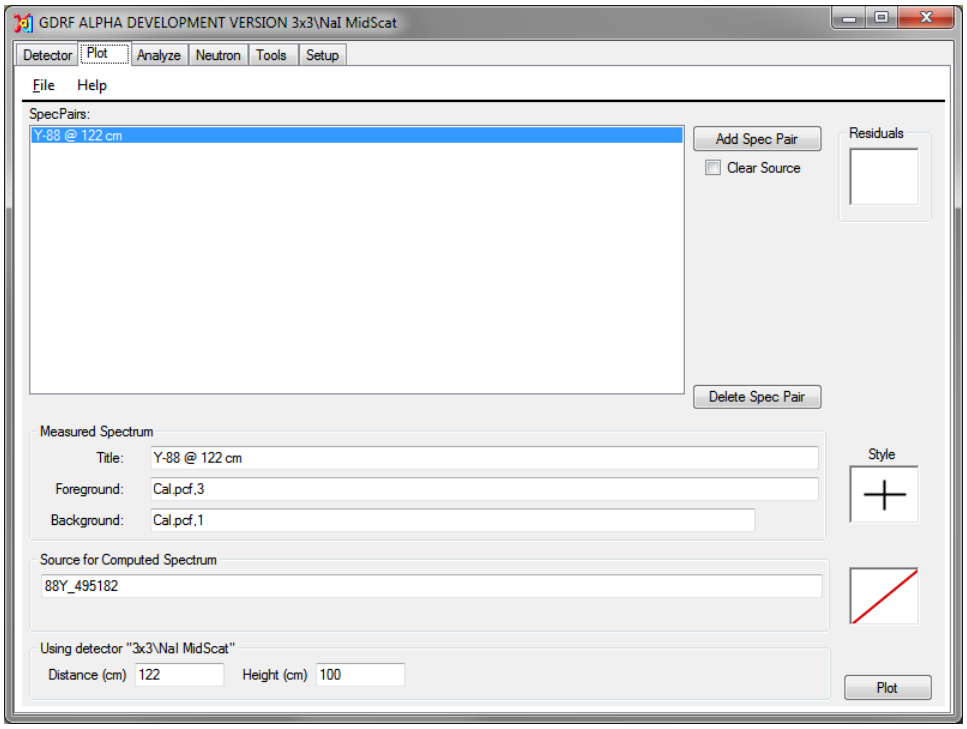


Figure 16. The Plot screen displaying selections for a foreground, background, and computed spectrum

CλƎdzNJŜ мт λă ƎŜyŜNJl·ŭŜŘ l·ŦŭŜNJ ŭKŜ **tf2ŭ** ōdzŭŭ2y λă ŎfλŎ]ŜŘΦ ¢KŜ YŜl·ădzNJŜŘ ʸʸ¸ ăLJŜŎŭNJdzY λă ŘλăLJfl·èŜŘ λy *black*Σ øKλfŜ ŭKŜ Ŏ2YLJdzŭŜŘ ăLJŜŎŭNJdzY Ŧ2NJ ŭKŜ ʸʸ¸ ă2dzNJŎŜ óL5 ydzYōŜNJY пфрмпоú λă ŘλăLJfl·èŜŘ λy *red*Φ

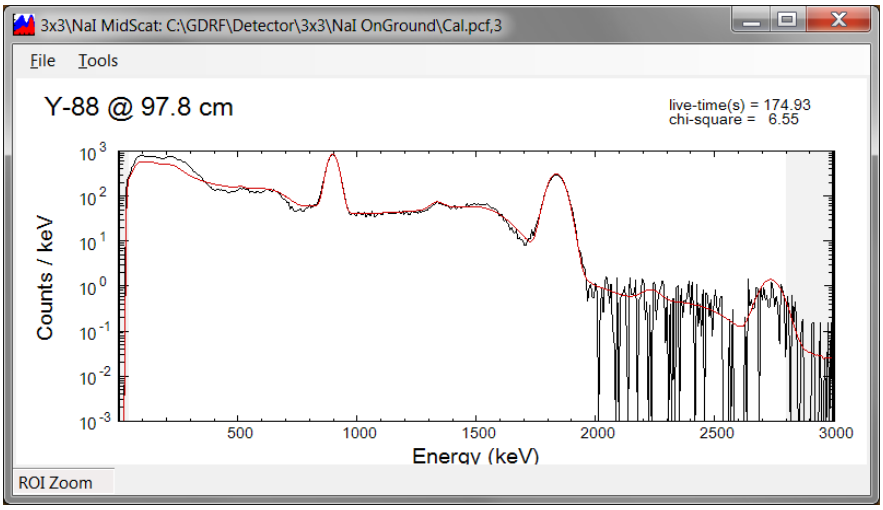


Figure 17. Plot page of a measured ^{88}Y spectrum and a ^{88}Y source (ID number: 495143).

C2NJ LJf2ŭŭλy∃ LJdzNJLJ2ăŜăΣ ŭKŜ **{2dzNJŎŜ Ŧ2NJ /2Y LJdzŭŜŘ {LJŜŎŭNJdzY** fλyŜ Ŏl·y˜ōŜ dzăŜŘ øλŭK2dzŭ l·yè YˆŜl·ădzNJŜŘ ăLJŜŎŭNJl· ōŜλy∃ ŜyŭŜNJŜŘ 2y˜ŭKŜ Ŧ2NJŜ∃NJ2dzyŘ 2NJ ōl·Ŏ˥∃NJ2dzyŘ fλyŜăφ ¢KŜăŜ ăLJŜŎŭNJl· l·NJŜ Ŏ2YˆLJdzŭŜŘ l·yŘ LJf2ŭŭŜŘ øλŭK2dzŭ Ŏ2yãλŘŜNJλy∃ ŭKŜ ŜŦŦŜŎŭ 2Ŧ ăŜfŦŦπl·ŭŭŜyˆdzl·ŭλ2yΣ øKλŎK Ŏl·y˜ōŜ ăλ∃yλŦλŎl·yŭ Ŧ2NJ fl·NJ∃Ŝ Yˆl·ăăŜă l·yŘк2NJ ŘŜyãŜ Yˆl·ŭŜNJλl·făφ

LŦ ŘŜăλNJŜŘΣ ŜŦŦŜŎŭă 2Ŧ ăKλŜfŘλy∃ Yˆl·ŭŜNJλl·fă Ŏl·y˜ōŜ Ŝăŭλ Yˆl·ŭŜŘ ōè ăLJŜŎλŦèλy∃ ŭKŜ Yˆl·ŭŜNJλl·f 2y˜ŭKŜ **{2dzNJŎŜ Ŧ2NJ /2Y LJdzŭŜŘ {LJŜŎŭNJdzY** fλyŜφ ¢KŜ l·ŭ2YˆλŎ ydzYˆōŜNJ l·yŘ l·NJŜl·f ŘŜyãλŭè 2Ŧ ŭKŜ l·ōă2NJōλy∃ Yˆl·ŭŜNJλl·f Ŏl·y˜l·fă2 ōŜ ŜyŭŜNJŜŘ 2y˜ŭKŜ λyLJdzŭ fλyŜ dzăλy∃ ŭKŜ Ŧ2ff2øλy∃ Ŏ2yØŜyŭλ2yY

нон ¦ Σмлdz/λ ϑнсΣмлY Ь мот/ăΣoφнY/λ ϑмoΣpY

In this example, 10uCi of ^{232}U is propagated through 10 g/cm^2 of iron (Z=26), and 3.2mCi of ^{137}Cs is propagated through 5 g/cm^2 of aluminum (Z=13).

4.3 Tools on the Graph Window

мφ ² KŜy˜øλŜøλy∃ ŭKŜ ŘλăLJfl·èŜŘ ăLJŜŎŭNJdzYΣ ŭKŜ **CλfŜ** YˆŜyˆdz ŭl·ō LJNJ2ØλŘŜă ŭKŜ Ŧ2ff2øλy∃ 2LJŭλ2yãY

- **/2LJè ŭ2 /fλLJō2l·NJŘ**
- **{l·ØŜ ŭ2 aŜŭl·ŦλfŜ**
- **{l·ØŜ {dzY {LJŜŎŭNJdzY**
- **² NJλŭŜ /2YˆLJdzŭŜŘ {LJŜŎŭNJdzY ŭ2 CλfŜ**
  - ¢KŜ Ŏ2YˆLJdzŭŜŘ ăLJŜŎŭNJdzY ŦλfŜ Ŏl·y˜ōŜ dzăŜŘ λy˜l·yè ŦdzŭdzNJŜ LJf2ŭŭλy∃Σ Ŏl·fŎdzfl·ŭλ2yãΣ 2NJ Yˆl·yλLJdzfl·ŭλ2yãφ
- **tNJλyŭ**

нφ ¢KŜ **¢22fă** YˆŜyˆdz ŭl·ō LJNJ2ØλŘŜă 2LJŭλ2yã Ŧ2NJ ∃NJl·LJK LJNJ2LJŜNJŭλŜăΣ LJŜl·˥ fλăŭăΣ l·yŘ Ŏ2dzyŭ NJl·ŭŜăY

- **½22Y ŭ2 9ÈŭŜyŭă** ς Î22Y ŭKŜ ∃NJl·LJK 2dzŭ ŭ2 ŭKŜ Ŧdzff ŜyŜNJ∃è fλYˆλŭă
- **DNJl·LJK Lyŭ2** ς LJNJ2ØλŘŜă ŭKŜ Ŏ2dzyŭ NJl·ŭŜ Ŧ2NJ ŭKŜ ∃NJl·LJKŜŘ ăLJŜŎŭNJl· øλŭKλy˜ŭKŜ ŘλăLJfl·èŜŘ ŜyŜNJ∃è fλYˆλŭă
- **tŜl·˥ {ŜI·NJŎK a2ŘŜ** ς LJNJ2ØλŘŜă ŜyŜNJ∃è l·yŘ Ŏ2dzyŭ NJl·ŭŜă Ŧ2NJ LJŜl·˥ă λy˜ŭKŜ ăLJŜŎŭNJdzY
- **hLJŭλ2yã ó∃NJl·LJK LJNJ2LJŜNJŭλŜăú**

- **·π!Èλă aλyλYdzY I·yŘ aI·ÈλYdzY** ς ăŜűă űKŜ YλyλYdzY I·yŘ YI·ÈλYdzY ŜyŜNƎè óʅŜ±ú fλYλűă ŦƧNJ űKŜ ƎNJI·LJK
- **·π!Èλă ¦ yλűă** ς ŎKƧƧăŜ ōŜűøŜŜy / KI·yŷŜf bdzYōŜNJ I·yŘ 9yŜNƎè óʅŜ±úΦ óLŦ / KI·yŷŜf bdzYōŜNJ λă ŎKƧăŜyΣ űKŜ ŜyŜNƎè ăŎI·fŜ λă I·dzúƧYI·ûλŎI·ffè LJNƧØλŘŜŘ I·fƧyƎ ûKŜ ûƧLJ ƧŦ ûKŜ ƎNJI·LJKΦú
- **¸π!Èλă ¦ yλűă** ς ŎKƧƧăŜ ōŜűøŜŜy / Ƨdzyűăκʅ Ŝ± ƧNJ / Ƨdzyűăκ / KI·yŷŜf
- **¸π!Èλă {ŏI·fŜ** ς ŎKƧƧăŜ ûKŜ ¸πI·ÈλăăŎI·fŜ óăljdzI·NJŜ NJƧƧûΣ fλyŜI·NΣ ƧNJ ŘλŦŦŜNJŜyú fƧƎ ŎèŎfŜăúΦ *Note: this can also be changed using a scrolling wheel on an external mouse when focused on a displayed spectrum.*
- **5λăLJfI·è** ς . I·NJ / KI·NJûΣ / dzNJØŜΣ ƧNJ I λăúƧƎNJI·Y
- **DNJλŘ** ς ŎKƧƧăŜ øKI·ú ûèLJŜ ƧŦ ƎNJλŘΣ λŦ I·yèΣ ăKƧdztŘ I·LJLJŜI·NJ ƧyYûKŜ ăLJŜŎûNJdzY
- **{YƧƧûKλyƎ** ς ûKŜ ăLJŜŎûNJdzY ŎI·yYōŜ ăYƧƧûKŜŘ λyYØI·NJλƧdză øI·èă λyŎfdzŘλyƎ yƧ ăYƧƧûKΣ LJfƧû Ƨyfèмлнп ŎKI·yŷŜfăΣ I·LJLJfè I· ăYƧƧûK ŦdzyŎûλƧyYóŜyŜNƎè̂ˆ ú ƧNJ ōè LJŜI·ʅ øλŘûK óC ² I a úú
- **5ŜŦI·dzfû ûNJdzŜ ûλYŜ óăú** ς ŘI·ûI· ŜyYûNJè ŦƧNJ fλØŜ ûλYŜ ûƧ LJNJƧØλŘŜ I·LJLJNJƧLJNJλI·ûŜ ăûI·ûλăûλŎă ŦƧNJ ƎŜyŜNJI·ûŜŘ ƧNJ ŎƧYLJdzûŜŘ ăLJŜŎûNJI·

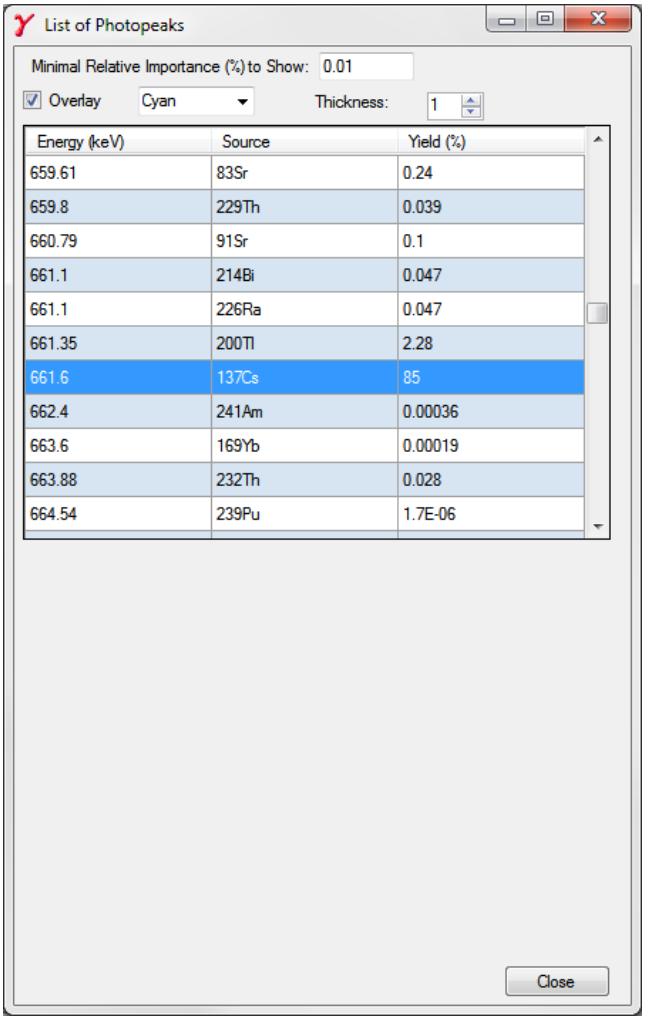
- **!yλYI·ûŜ ½ƧƧY**
- **{KƧø tŜI·ʅ [λăû** ς ŘλăLJfI·èă I· fλăû ƧŦ LJŜI·ʅă ûKI·ú ŎI·yYōŜ ƧØŜNJfI·λŘ ƧyYûKŜ ăLJŜŎûNJdzYΦ . è ăŜfŜŎûλyƎ I·yYŜyYûNJèΣ I·ff LJŜI·ʅă ŦNJƧY ûKŜ ăLJŜŎλŦλŜŘ ăƧdzNJŎŜ I·yŘ ûKNJŜăKƧfŘ øλff ōŜ ŘλăLJfI·èŜŘΦ ó¢Kλă ƧLJûλƧyYλă ŘλăŎdzăăŜŘ λyYƧNJŜ ŘŜûI·λf λy{ŜŎûλƧypúΦ
- **{KƧø LăƧûƧLJŜ 5.** ς ŘλăLJfI·èă ûKŜ LăƧûƧLJŜ 5I·úI·ōI·ăŜ ŦƧNJ dzăŜ λyYI·yYfèÎλyƎ ŘλăLJfI·èŜŘ ăLJŜŎûNJI·

ол

5 ENERGY CALIBRATION OF SPECTRA

¢2 I·λŘ λy˜LJŜNƎƎNƳλyƎ I·y˜ŜyŜNƎè ŎI·fλōNI·ǘλ2y˜2NJ λy˜ŘŜǘŜNƳλyλyƎ I· LJŜI·ʅΩă ŜyŜNƎè λy˜I· ăLJŜŎǘNJdzƳΣ ǘKŜ **tK2ǘ2tŜI·ʅ [λăǘ** fλōNJI·NJè ŎI·y˜ōŜ dzăŜŘφ ¢Kλă fλăǘ ŎI·y˜ōŜ I·ŎŎŜăăŜŘ ƎNJ2Ƴ ǘKŜ **¢22fă** LJI·ƎŜ 2NJ ōè ăKλƎǘπfŜƎǘ Ƴ2dzăŜ ŎfλŎʅ ó*holding down the shift key while clicking the* ***left mouse button***ú 2y˜I· LJŜI·ʅ 2Ǝ λyǘŜNJŜăǘ λy˜I· ŘλăLJfI·èŜŘ ăLJŜŎǘNJdzƳφ

¢KŜ **tK2ǘ2tŜI·ʅ [λăǘ** fλōNJI·NJè λă ăK2øy˜λy˜CλƎdz NJŜ My I·yŘ ǘKŜ KλƎKfλƎKǘŜŘ ŜyǘNJè Ŏ2NJNJŜăLJ2yŘă ǘ2 ǘKŜ ƎI·ƳƳI·π NJI·è ăŜfŜŎǘŜŘ ōI·ăŜŘ 2y˜λǘă LJNJ2ÈλƳλǘè ǘ2 ǘKŜ ăŜfŜŎǘŜŘ ŜyŜNƎè óăKλƎǘπfŜƎǘ ŎfλŎʅú I·yŘ ǘKŜ NJŜfI·ǘλØŜ λƳLJ2NJǘI·yŎŜ 2Ǝ ǘKŜ ƎI·ƳƳI·πNJI·è ǘ2 ǘKŜ 2ōăŜNJØI·ōfŜ ăLJŜŎǘNJI·f ƎŜI·ǘdzNJŜăφ ! ǘ ǘKŜ ǘ2LJ 2Ǝ ǘKŜ tK2ǘ2tŜI·ʅ fλōNJI·NJè λă I· ŎKŜŎʅ ō2È Ǝ2NJ I· ăLJŜŎǘNJI·f 2ØŜNJfI·è ǘKI·ǘ ŎI·y˜ōŜ ǘ2ƎƎfŜŘφ ¢Kλă 2LJǘλ2y˜I·ff2øă ǘKŜ dzăŜNJ ǘ2 ăŜŜ ǘKŜ 2ØŜNJfI·è 2Ǝ ǘKŜ ăLJŜŎǘNJdzƳ Ǝ2NJ ǘKŜ ăŜfŜŎǘŜŘ λă2ǘ2LJŜφ ¢KŜ 2ØŜNJfI·è ŘλăLJfI·èă ǘKŜ ă2dzNJŎŜ I·ŎǘλØλǘè I·yŘ ăKλŜfŘλyƎ Ŏ2yƎλƎdzNJI·ǘλ2y˜ŜăǘλƳI·ǘŜŘ ǘ2 LJNJ2ØλŘŜ ǘKŜ ōŜăǘ Ǝλǘ ǘ2 ǘKŜ ƳŜI·ădzNJŜŘ ăLJŜŎǘNJdzƳφ ¢KŜ 2ØŜNJfI·è ŎI·y˜ōŜ ŎKI·yƎŜŘ ǘ2 ŘλăLJfI·è I·y2ǘKŜNJ λă2ǘ2LJŜ ăλƳLJfè ōè ăŜfŜŎǘλyƎ I·y2ǘKŜNJ ƎI·ƳƳI·πNJI·è fλyŜ λy˜ǘKŜ tK2ǘ2tŜI·ʅ fλăǘΣ I·ff2øλyƎ Ǝ2NJ NJI·LJλŘ ŜÈI·ƳλyI·ǘλ2y˜2Ǝ ƳI·yè λă2ǘ2LJŜă λy˜ǘKŜ fλōNJI·NJèφ ¢KŜ Ŏ2f2NJ I·yŘ fλyŜ ǘKλŎʅyŜăă 2Ǝ ǘKŜ 2ØŜNJfI·λŘ ăLJŜŎǘNJdzƳ ŎI·y˜ōŜ ŎKI·yƎŜŘ dzăλyƎ ǘKŜ 2LJǘλ2yã I·ǘ ǘKŜ ǘ2LJ 2Ǝ ǘKŜ fλōNJI·NJè LJI·ƎŜφ



Energy (keV)	Source	Yield (%)
659.61	83Sr	0.24
659.8	229Th	0.039
660.79	91Sr	0.1
661.1	214Bi	0.047
661.1	226Ra	0.047
661.35	200Tl	2.28
661.6	137Cs	85
662.4	241Am	0.00036
663.6	169Yb	0.00019
663.88	232Th	0.028
664.54	239Pu	1.7E-06

Figure 18. PhotoPeak List library page with the 137Cs entry higlighted.

5.1 Manual Energy Calibration using GADRAS-DRF

{LJŜŎǘNI· ŎI·ƴōŜ ŎI·ƒλōNI·ǘŜŘ ƴI·ƴdzI·ƒƒè ŦNƧƴ ǘKŜ 5ŜǘŜŎǘƧNJ ǘI·ō ƧƴǘKŜ ƴI·λƴLJI·ƎŜφ ¢KŜ / I·ƒλōNI·ǘŜ ŘNƧLJπŘƧǿƴ ƒλăǘ ŎƧƴǘI·λƴã ǘKŜ **tŜI·ʅ {ŜI·NJŎK I·ƴŘ a I·ƴdzI·ƒ 9ƴŜNƎè / I·ƒλōNI·ǘλƧƴ** ƧLJǘλƧƴ I·ă ăKƧǿƴλƴCλƎdzNJŜ мфφ . è ăŜƒŜŎǘλƴƎ ǘKλă ƧLJǘλƧƴΣ ǘKŜ tŜI·ʅ {ŜƒŜŎǘλƧƴ I·ƴŘ LŘŜƴǘλŦλŎI·ǘλƧƴǘI·ō óăKƧǿƴλƴCλƎdzNJŜ нлΣ *left*ú ƧLJŜƴã ǿλǘK I·ƴŜƴLJǘè LJI·ƎŜφ ¢Ƨ ăKƧǿ I· ƒλăǘ ƧŦ I·ØI·λƒI·ōƒŜ ăLJŜŎǘNJI·Σ I· t / C ŦλƒŜ ăKƧdzƒŘ ōè ƒƧI·ŘŜŘ ōè ăŜƒŜŎǘλƴƎ hLJŜƴ{LJŜŎǘNJdzƴ CλƒŜ λƴ ǘKŜ CλƒŜ ŘNƧLJŘƧǿƴƴŜƴdzφ ! dzăŜNJ ŎI·ƴǘKŜƴŘNJI·Ǝ I·ƴŘ ŘNƧLJ I· ăLJŜŎǘNJdzƴ ŦλƒŜ λƴǘƧ ǘKŜ ōƒI·ƴʅ LJI·ƎŜφ ¢Ƨ λƴŎƒdzŘŜ I· LJŜI·ʅ λƴǘKŜ ŦλǘǘλƴƎ NJƧdzǘλƴŜΣ ǘKŜ dzăŜNJ ăKƧdzƒŘ ăŜƒŜŎǘ I· ØλăλōƒŜ LJŜI·ʅ λƴǘKŜ ŘλăLJƒI·èŜŘ ăLJŜŎǘNJdzƴφ tŜI·ʅă NJŜŎƧƎƴλÎI·ōƒŜ ōè D ! 5w ! {π5wC ŦƧNJ ǘKλă LJNJƧŎŜŘdzNJŜ I·NJŜ ăKƧǿƴλƴ *red* I·ōƧØŜ I· *cyan* ŎƧƴǘλƴdzdzƴ ǿλǘK ǘKŜ ŘŜŦI·dzƒǘ p ăλƎƴI· LJŜI·ʅ ǘKNJŜăKƧƒŘΣ I·ă ăKƧǿƴλƴCλƎdzNJŜ нл ó*right)*φ

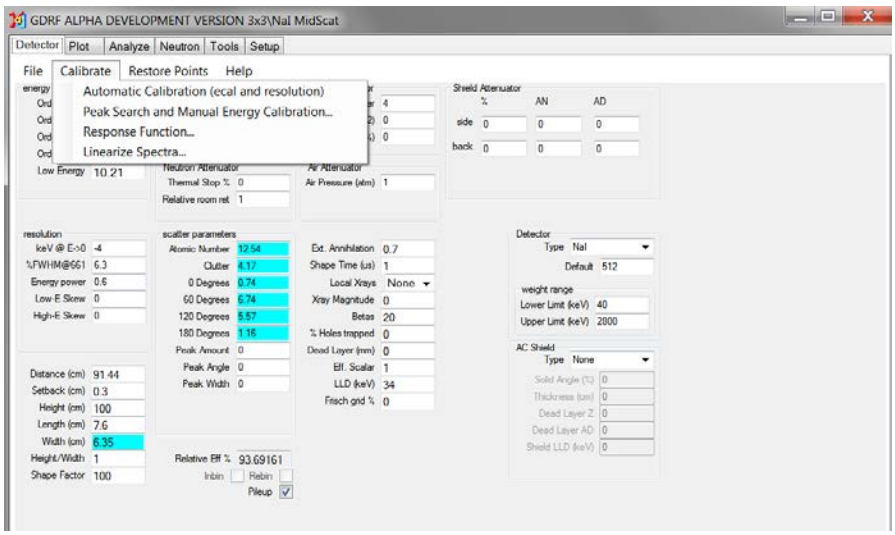


Figure 19. Selecting Peak Search and Manual Energy Calibration located under the Detector tab.

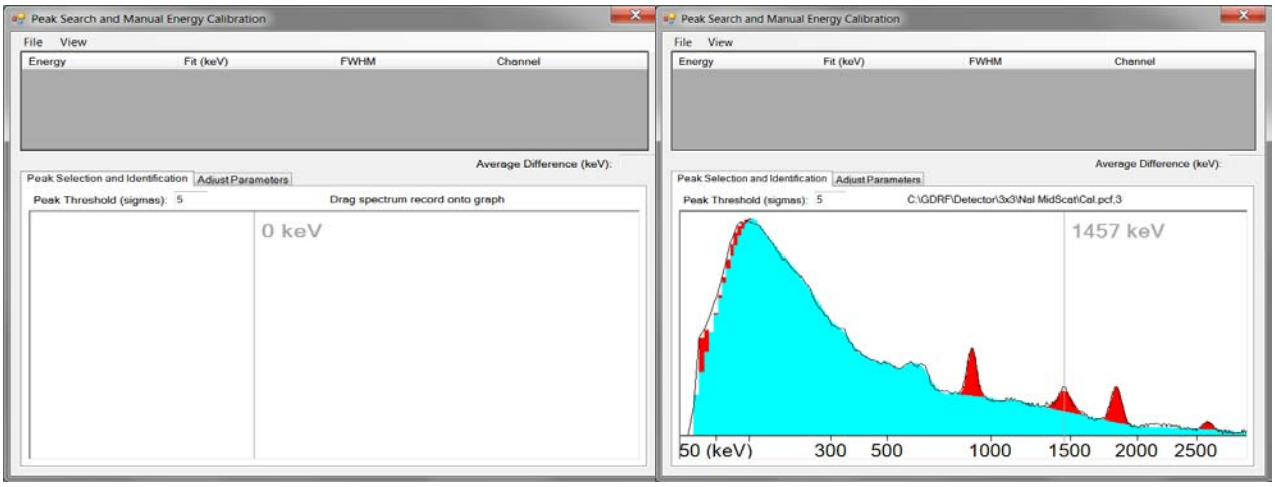


Figure 20. The Peak Search and Manual Calibration screen is blank when first opened (*left*) and populated when a spectrum is loaded (*right*).

¢KŜ **tŜI·ʼl ¢KNŜăK2fŘ** óăλƎYI·ăú 2LJŭλ2y˘ŏI·y˘ŜλúKŜN ōŜ f2øŜNŜŘ ŭ2 NŜŏ2ƎyλÎŜ I·ŘŘλúλ2yI·f LJŜI·ʼlă 2N NI·λăŜŘ ŭ2 NŜŏ2ƎyλÎŜ ŦŜøŜN LJŜI·ʼlăφ C2N úKŜ yŜø LJŜI·ʼl úKNŜăK2fŘ ØI·fdzŜ ŭ2 úI·ʼlŜ ŜŦŦŜŏŭΣ λú YI·è ōŜ yŜŏŜăăI·Nè ŭ2 NŜf2I·Ř úKŜ ăLJŜŏúNdzY˘ ōè ŘNI·ƎƎλyƎ úKŜ ŦλfŜ ŭ2 úKŜ øλyŘ2øφ ¢KŜ ăŜfŜŏúλ2y˘2Ŧ I· NŜŏ2ƎyλÎŜŘ LJŜI·ʼl øλff 2LJŜy˘I· øλyŘ2ø Ŧ2N ăŜúúλyƎ úKŜ LJŜI·ʼlΩă ŜyŜNƎè I·ă ăK2øy˘λy˘CλƎdzNŜ нмφ LŦ úKŜ LJŜI·ʼlΩă ŏŜyúN2λŘ ŜyŜNƎè λă Ŏf2ăŜ ŭ2 I· ʼly2øy˘LJŜI·ʼl ŦN2Y˘ I·y˘λă2ŭ2LJŜ λyŏfdzŘŜŘ λy˘úKŜ D!5w!{π5wC λă2ŭ2LJŜ fλōNI·NèΣ D!5w!{π5wC øλff ŘλăLJfI·è úKŜ λă2ŭ2LJŜ I·yŘ úKŜ ŘŜŦI·dzfú ƎI·Y˘Y˘I·πNI·è ŜyŜNƎè fλăúŜŘ Ŧ2N úKI·ú LJŜI·ʼlΣ I·yŘ Ŧ2N 2ŭKŜN LJŜI·ʼlă I·yŘ ŜyŜNƎλŜă I·N2dzyŘ úKŜ ŘŜŦI·dzfú ØI·fdzŜφ ¢KŜ λyúλI·f LJŜI·ʼl ŜyŜNƎλŜă I·NŜ ōI·ăŜŘ 2y˘úKŜ ŏdzNNŜyú ŜyŜNƎè ŏI·fλōNI·úλ2y˘LJI·NI·Y˘ŜúŜNă ŜÈλăúλyƎ Ŧ2N úKŜ ŘŜúŜŏú2Nφ ¦ăŜNă YI·è ăŜfŜŏú úKŜ I·LJLJN2LJNλI·úŜ λă2ŭ2LJŜ I·yŘ ŜyŜNƎè λy˘úKŜ LJN2øλŘŜŘ fλăúΣ 2N úKŜè YI·è YI·ydzI·ffè ŜyúŜN úKŜ I·LJLJN2LJNλI·úŜ ŜyŜNƎè Ŧ2N úKŜ λă2ŭ2LJŜφ /fλŏʼlλyƎ **hY** I·LJLJfλŜă úKŜ ŜyŜNƎè ŏKI·yƎŜăφ ¢Kλă LJN2ŏŜăă ŏI·y˘ōŜ NŜLJŜI·úŜŘ Ŧ2N I·yè ydzY˘ōŜN 2Ŧ I·øI·λfI·ōfŜ LJŜI·ʼlă λy˘úKŜ YŜI·ădzNŜŘ ăLJŜŏúNdzY˘ I·ă yŜŜŘŜŘ ŭ2 ŏ2Y˘LJfŜúŜ úKŜ ŏKI·yyŜfκŜyŜNƎè úI·ōfŜφ

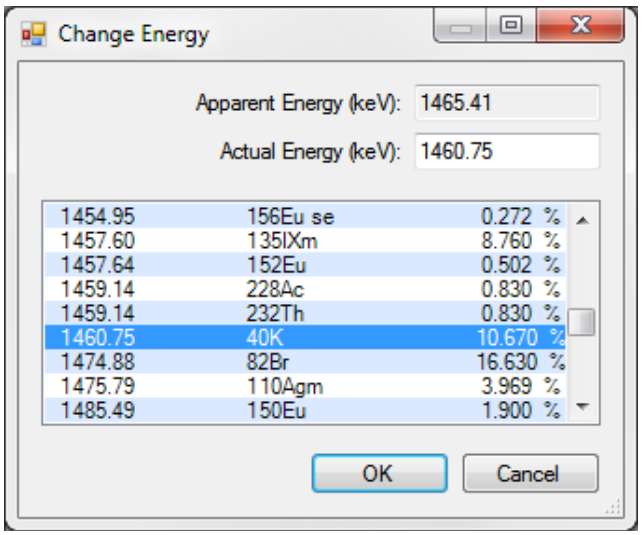


Figure 21. Selection of the actual energy for a peak (highligted entry or manually enter energy) in the change energy window.

C2N KλƎKfè ŘŜúI·λfŜŘ ăLJŜŏúNI· óŜφƎφΣ dzăλyƎ I·y˘ I tDŜ ŘŜúŜŏú2NúΣ I· NŜƎλ2y˘2Ŧ λyúŜNŜăú ówhLú 2Ŧ úKŜ ƎNI·LJK ŏI·y˘ōŜ ăŜfŜŏúŜŘ ōè fŜŦúπŏfλŏʼlλyƎ I·yŘ ŘNI·ƎƎλyƎ I· ō2È 2ØŜN úKŜ whLφ ! NλƎKúπŏfλŏʼl øλff Î22Y˘ 2dzú úKŜ ŘλăLJfI·èφ LyŘλØλŘdzI·f LJŜI·ʼlă YI·è ōŜ ŜI·ăλŜN ŭ2 λŘŜyúλŦè I·yŘ ăŜfŜŏú λy˘úKŜ yŜø whLφ

!ŦúŜN ŜyúŜNλyƎ ăŜØŜNI·f LJŜI·ʼlă λy˘úKŜ ŏKI·yyŜfκŜyŜNƎè úI·ōfŜΣ úKŜ ŜyŜNƎè LJI·NI·Y˘ŜúŜN I·Ř2dzăúY˘Syú ŏI·y˘ōŜ LJŜNŦ2NY˘ŜŘφ ¢KŜ dzLJLJŜN LJ2Núλ2y˘2Ŧ CλƎdzNŜ нн ŘλăLJfI·èă úKŜ úø2 ŜyŜNƎè LJŜI·ʼlă úKI·ú øŜNŜ ăŜfŜŏúŜŘ Ŧ2N ŜyŜNƎè ŏI·fλōNI·úλ2y˘óŏKI·yyŜfκŜyŜNƎè úI·ōfŜú I·yŘ úKŜ f2øŜN LJ2Núλ2y˘ŘλăLJfI·èă úKŜ **!Ř2dzăú tI·NI·Y˘ŜúŜNă** úI·ōφ ¢KŜ KλƎKfλƎKúŜŘ *ócyanú* LJI·NI·Y˘ŜúŜNă øλff ōŜ I·Ř2dzăúŜŘφ !ŦúŜN úKŜ LJŜI·ʼl ăŜfŜŏúλ2y˘LJN2ŏŜăă λă Ŏ2Y˘LJfŜúŜ I·yŘ úKŜ I·LJLJN2LJNλI·úŜ LJI·NI·Y˘ŜúŜNă I·NŜ I·Ř2dzăúŜŘΣ úKŜ dzăŜN ăK2dzfŘ ŏfλŏʼl úKŜ **CλŭtI·NI·Y˘ŜúŜNă** ōdzúú2y˘2y˘úKŜ ō2úú2Y˘ 2Ŧ úKŜ LJI·ƎŜ ŭ2 λyλúλI·úŜ úKŜ fŜI·ăú ăljdzI·NŜă Ŧλú ŭ2 úKŜ ŘI·úI·φ

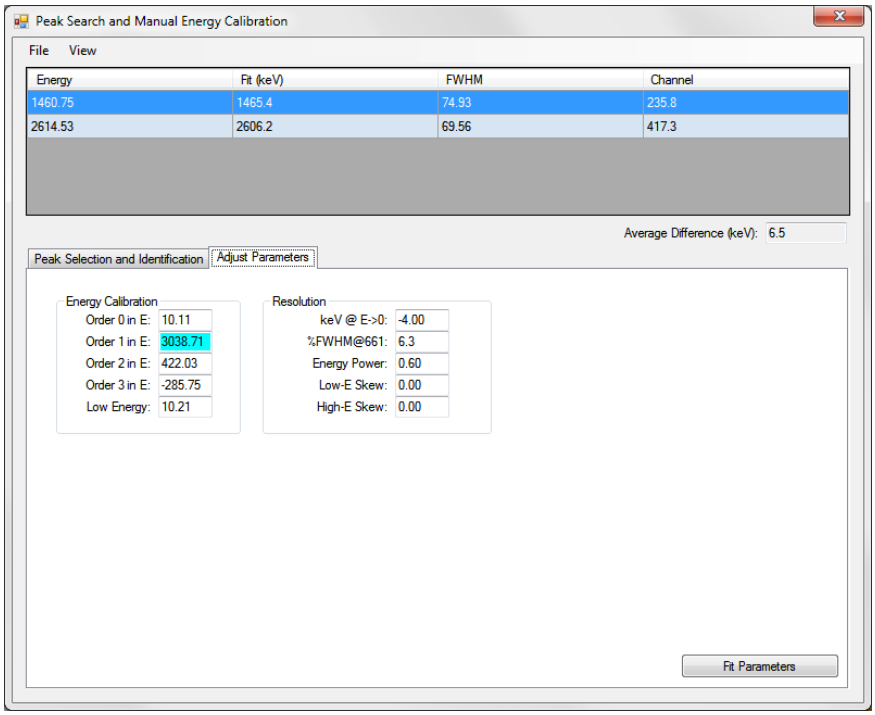


Figure 22. Energy calibration screen showing two selected peaks in the channel/energy table (*top*) and the highlighted (*cyan*) parameters that will be adjusted (*center*).

¢2 Ŝyŕ̃ădzŃŜ I· LJŃ2LJŜŃ ŜyŜŃƎè ŎI·fλōŃI·ŭλ2yΣ I· ăY I·ff ădzōăŜŭ 2Ŧ ŕ́Ŝffπ ʼ̃y2ŕ́yˇLJŜI·ʼ̃ă ăK2dzfŘ ōŜ ăŜfŜŎŭŜŘ ŭ2 LJŜŃŦ2ŃY I·yˇλyλŭλI·f ŎI·fλōŃI·ŭλ2yΦ D ! 5w ! {π5wC ŕ́λff ŭKŜyˇLJŃ2LJŜŃfè I·ăăλƎyˇŜyŜŃƎλŜă Ŧ2Ń ădzōăŜIjdzŜyŭ LJŜI·ʼ̃ ăŜfŜŎŭλ2yΦ

Lŭŕ λă dzădzI·ffè I·ŘŕΦλăI·ōfŜ ŭ2 dzăŜ **hŃŘŜŃ л** I·yŘ **hŃŘŜŃ м** Ŧ2Ń I·yˇλyλŭλI·f ŜyŜŃƎè ŎI·fλōŃI·ŭλ2yΣ I·yŘ ŭKŜyˇŭ2 λyŎfdzŘŜ KλƎKŜŃ 2ŃŘŜŃă λŦ ŭKŜ Ŧλŭă I·ŃŜ y2ŭ I·ŎŎŜLJŭI·ōfŜΦ ¢KŜ **hŃŘŜŃ м** ŜyŜŃƎè LJI·ŃI·YŜŭŜŃ ăK2dzfŘ ōŜ I·LJLJŃ2ÈλY I·ŭŜfè ŜIjdzI·f ŭ2 ŭKŜ Ŧdzff ăŎI·fŜ ŜyŜŃƎè ŕ́I·fdzŜ 2Ŧ ăLJŜŎŭŃdzY λyˇʼ̃Ŝ± óŜΦƎΣ мрллΣ оллΣ мллллú ŘŜLJŜyŘλyƎ 2yˇŭKŜ ŘŜŭŜŎŭ2ŃΦ {Y I·ff ŕ́I·fdzŜă ăK2dzfŘ ōŜ dzăŜŘ Ŧ2Ń **hŃŘŜŃ лΣ нΣ** I·yŘ **o** ŜyŜŃƎè LJI·ŃI·YŜŭŜŃă ōŜŎI·dzăŜ fI·ŃƎŜ ŕ́I·fdzŜă Ŏ2dzfŘ fŜI·Ř ŭ2 ŜŃŃ2Ńă λyˇ2ŭKŜŃ ŃŜƎλ2yã 2Ŧ ŭKŜ ăLJŜŎŭŃdzY Φ hyŎŜ ŭKŜ ŜyŜŃƎè ăŎI·fŜ I·yŘ ƎI·λyˇó**hŃŘŜŃ л I·yŘ** мú LJI·ŃI·YŜŭŜŃă I·ŃŜ I·Ř?dzăŭŜŘ Ŏ2ŃŃŜŎŭfèΣ ŭKŜyˇŭKŜ ŜyŜŃƎè ŃŜă2fdzŭλ2yˇLJI·ŃI·YŜŭŜŃă ŏf2ŕ́ŏκKλƎKπ9 ăʼ̃Ŝŕ́ú ŎI·yˇōŜ I·Ř?dzăŭŜŘΦ

CλƎdzŃŜ но λffdzăŭŃI·ŭŜă I· LJŃ2LJŜŃfè ŎI·fλōŃI·ŭŜŘ YŜI·ădzŃŜŘ ăLJŜŎŭŃdzY Ŧ2Ń MOT / ăΦ ¢2 ŜÈI·YλyŜ ŭKŜ LJŜI·ʼ̃Σ ŭKŜ dzăŜŃ ŎI·yˇăKλŦŭπŎfλŎʼ̃ yŜI·Ń ŭKŜ LJŜI·ʼ̃ I·Ń2dzyŘ ccм ʼ̃Ŝ±Φ ! ă ŎI·yˇōŜ ăŜŜyˇλyˇCλƎdzŃŜ нoΣ ŭKŜ YŜI·ădzŃŜŘ ăLJŜŎŭŃdzY Ŏ2ŃŃŜăLJ2yŘă ŕ́λŭK ŭKŜ fλōŃI·Ńè ăLJŜŎŭŃdzY 2ŕ́ŜŃfI·èΦ ¢KŜ fŜƎŜyŘ 2yˇŭKŜ ƎŃI·LJK ó*lower left*ú ăŭI·ŭŜă ŭKŜ λă2ŭ2LJŜΣ ŭKŜ I·Ŏŭλŕ́λŭèΣ I·yŘ ŭKŜ ăKλŜfŘλyƎ Ŏ2yŦλƎdzŃI·ŭλ2yˇŭKI·ŭ ōŜăŭ Ŧλŭă ŭKŜ YŜI·ădzŃŜŘ ăLJŜŎŭŃdzY Φ LyˇŭKλă ŜÈI·YLJfŜΣ ŭKŜ I·Ŏŭλŕ́λŭè λă ƎλŕŜyˇI·ă млΦпodz / λ ŕ́λŭK y2 ăKλŜfŘλyƎ Ŧ2Ń ŭKŜ ăLJŜŎλŦλŜŘ ŘŜŭŜŎŭ2ŃΣ Ŏ2yŦλƎdzŃI·ŭλ2yΣ I·yŘ ă2dzŃŎŜπŭ2π ŘŜŭŜŎŭ2Ń Řλăŭ I·yŎŜΦ

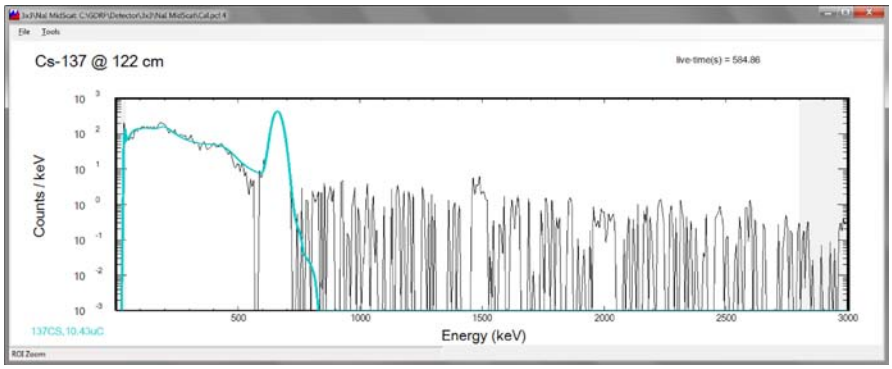


Figure 23. A measured spectrum (*black*) with a ^{137}Cs library spectrum overlay (*cyan*). Isotopics, activity, and shielding information of the overlaid spectrum is provided at the lower left corner of the window in the same color as the spectrum (*cyan*).

5.2 Graphical Energy Calibration

!ƴ l·fűŜ№ƴl·űλØŜ ű2 l· Ƴ l·ƴdzl·f ŜƴŜ№∃è Ŏl·fλō№l·űλ2ƴλă l· ∃№l·LJKλŎl·f Ŏl·fλō№l·űλ2ƴƴŜűK2Řφ ¢Kλă Ŏl·ƴōŜ dzăŜŘ ŦƵ№ űKŜ l·Ř?dzăűƴŜƴű 2Ŧ űKŜ ∃l·λƴl·ƴŘ 2ŦŦăŜű ó**h№ŘŜ№ л l·ƴŘ h№ŘŜ№ м**ú 2Ŧ űKŜ ăLJŜŎűN№dzƴφ ¢KŜ Ŏl·fλō№l·űλ2ƴ øλff 2ŎŎdz№ dzăλƴ∃ l· ∃№l·LJK 2Ŧ űKŜ ƴŜl·ădz№ŜŘ ăLJŜŎűN№dzƴ l·ƴŘ űKŜ l·LJLJ№2LJ№λl·űŜ 2ØŜ№fl·λŘ ăLJŜŎűN№dzƴ Ŧ№2ƴ űKŜ tK2ű2tŜl·ʅ fλăű 2№ λă2ű2LJŜ Řl·űl·ōl·ăŜ fλō№l·№èφ Cλ∃dz№Ŝ нп ăK2øă l· ƴŜl·ădz№ŜŘ ^{MOT}/ă ăLJŜŎűN№dzƴ ó*black*ú l·ƴŘ l· fλō№l·№è ^{MOT}/ă ăLJŜŎűN№dzƴ ó*red*ú øKŜ№Ŝ űKŜ ^{MOT}/ă LJŜl·ʅ l·ű ccм ʅŜ± λƴűKŜ ƴŜl·ădz№ŜŘ ăLJŜŎűN№dzƴ Ř2Ŝă ƴ2ű Ŏ2λƴŎλŘŜ øλűK űKŜ ŜƴŜ№∃è 2Ŧ űKŜ fλō№l·№è LJŜl·ʅφ ¢Kλă λƴLJfλŜă űKl·ű l·ƴŜƴŜ№∃è Ŏl·fλō№l·űλ2ƴ2Ŧ űKŜ Řl·űl· óƴŜl·ădz№ŜŘ ăLJŜŎűN№dzƴú λă ƴŜŜŘŜŘφ

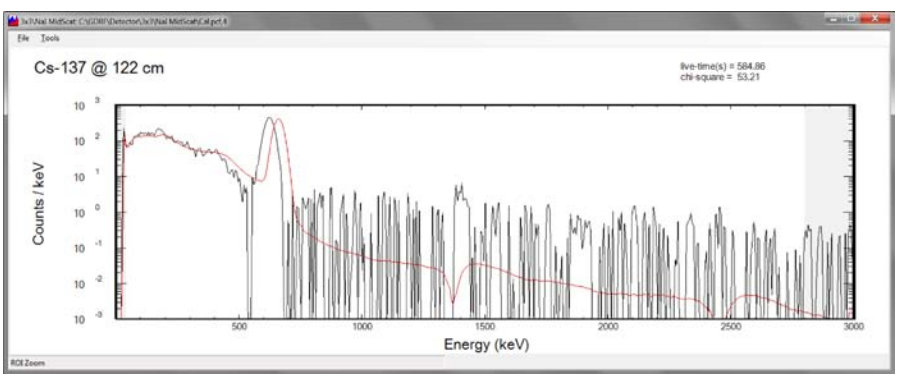


Figure 24. The 661-keV peak from ^{137}Cs in the measured spectrum (*black*) and the computed spectrum (*red*) do not overlay, which indicates the calibration for the measured spectrum is incorrect.

LƴűKλă ŜÈl·ƴLJfŜΣ ű2 Ŏl·fλō№l·űŜ űKŜ ƴŜl·ădz№ŜŘ ăLJŜŎűN№dzƴ Ŏ2№№ŜŎűfèΣ űKŜ ŎŜƴűN№2λŘ 2Ŧ űKŜ ƴŜl·ădz№ŜŘ LJŜl·ʅ ó*black*ú ăK2dzfŘ ōŜ l·Ř?dzăűŜŘ ű2 ƴl·űŎK űKŜ ŎŜƴűN№2λŘ 2Ŧ űKŜ Ŏ2ƴLJdzűŜŘ ăLJŜŎűN№dzƴ ó*red*úφ ¢2 ƴl·ʅŜ űKλă l·Ř?dzăűƴŜƴűΣ űKŜ dzăŜ№ ăK2dzfŘ №λ∃KűπŎfλŎʅ 2ƴűKŜ LJŜl·ʅ λƴűKŜ ƴŜl·ădz№ŜŘ ăLJŜŎűN№dzƴ l·ƴŘ Ř№l·∃ űKŜ LJŜl·ʅ ű2 űKŜ Ŏ2№№ŜŎű ŜƴŜ№∃è óűKŜ ŎŜƴűN№2λŘ 2Ŧ űKŜ LJŜl·ʅ λƴűKŜ Ŏ2ƴLJdzűŜŘ ăLJŜŎűN№dzƴúφ hƴŎŜ űKλă l·Ŏűλ2ƴKl·ă ōŜŜƴ LJŜ№Ŧ2№ƴŜŘΣ űKŜ ŜƴŜ№∃è Ŏl·fλō№l·űλ2ƴøλƴŘ2ø ăK2øƴλƴCλ∃dz№Ŝ нр øλff l·LJLJŜl·№ Ŧ2№ űKŜ ăŜfŜŎűλ2ƴ2Ŧ űKŜ l·LJLJ№2LJ№λl·űŜ Ŏl·fλō№l·űλ2ƴLJl·№l·ƴŜűŜ№ ó2ŦŦăŜű 2№ ∃l·λƴúφ ¢KŜ dzăŜ№ øλff ƴŜŜŘ ű2 Ŏ2ƴŦλ№ƴ űKŜ l·Ř?dzăűƴŜƴű ōŜŦ2№Ŝ űKŜ ŜƴŜ№∃è Ŏl·fλō№l·űλ2ƴLJl·№l·ƴŜűŜ№ øλff ōŜ ŎKl·ƴ∃ŜŘφ

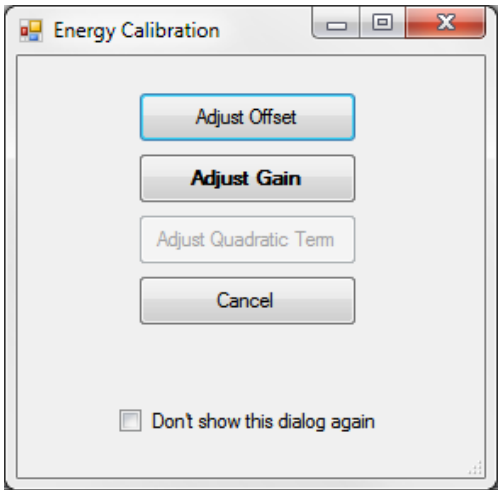


Figure 25. Energy Calibration parameter selection and confirmation window.

5dzŜ ű2 űKŜ LJ2ű̂Sy ű̂λl·f ŦƲ λyl·ŘØŜ̂ŇűŜyű ŎKl·yƎŜă ű2 Ŏl·fλōŇl·űλ2y˙LJl·Ňl·Y˙ŜűŜŇăΣ D ! 5w ! {π5wC ŇŜIjdzŜăűă Ŏ2yŦΛŇY˙l·űλ2y˙Ŧ2Ň űKŜ LJl·Ňl·Y˙ŜűŜŇă ű2 ōŜ l·Ř2dzăűŜŘ ØKŜy˙űKŜ ŘŇl·ƎƎλyƎ 2LJŜŇl·űλ2y˙λă dzăŜŘ ódzyfŜăă l·y2űKŜŇ ƎŇl·LJKλŎl·f Ŏl·fλōŇl·űλ2y˙l·Ř2dzăűY˙Ŝyű Kl·ă LJŜŇŦ2ŇY˙ŜŘ ØλűKλy˙2yŜ Yλyűzűŝúφ

¢KŜ ƎŇl·LJKλŎl·f Ŏl·fλōŇl·űλ2y˙Ŏ2Y˙LJŜyãl·űŜă Ŧ2Ň Kλ∃Kπ2ŇŘŜŇ ŜyŜŇƎè Ŏl·fλōŇl·űλ2y˙LJl·Ňl·Y˙ŜűŜŇă ă2 űKl·ű űKŜ ƎŇl·LJKλŎ l·Ř2dzăűY˙Ŝyű λă l·ŎŎdzŇl·űŜ ŇŜƎl·ŇŘfŜăă 2Ŧ y2yπfλyŜl·Ň ŜyŜŇƎè Ŏl·fλōŇl·űλ2y˙LJl·Ňl·Y˙ŜűŜŇ ăŜűλyƎăφ CλƎdzŇŜ нc ŘλăLJfl·èă űKŜ ădzŎŎŜăăŦdzf Ŏ2Y˙LJfŜűλ2y˙2Ŧ űKŜ ƎŇl·LJKλŎl·f ŜyŜŇƎè Ŏl·fλōŇl·űλ2y˙Ŧ2Ň űKŜ Y˙Ŝl·ădzŇŜŘ ᴹᴼᵀ / ă ăLJŜŎűŇdzY˙ ű2 űKŜ fλōŇl·Ňè ăLJŜŎűŇdzY˙φ

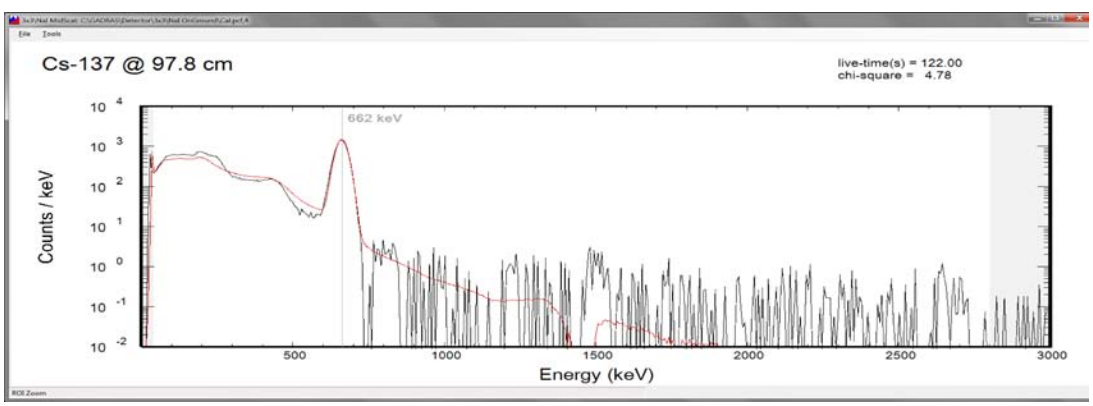


Figure 26. Sucessful graphical energy calibration, the measured ^{137}Cs spectrum (black) is now energy calibrated and aligned with the computed ^{137}Cs spectrum (red).

6 ANALYZING SPECTRA

6.1 Graphical Analysis Using Plot Overlays from Library

¢KŜ D ! 5w ! {π5wC LJf2ŭŭλy∃ YŜyƺz I·ff2øă ₮2NJ ă2YŜ LJNJŜƭλYλy1·NJè ăLJŜŎŭNJI·f I·y1·fèăλă¢ ¢Kλă ∃NJI·LJKλŎI·f ŎI·LJI·ōλƭŭè ₮I·ŎλƭλŭI·ŭŜă ŭKŜ Ŏ2YLJI·NJλă2y´2₮ ăŜƭŜŎŭŜŘ LJŜI·ʼlă I·yŘ ŜyŜNJ∃λŜă λy´I· YŜI·ădzNJŜŘ ăLJŜŎŭNJdzY´ øλŭK ƭλōNJI·Nè ăLJŜŎŭNJI· ₮NJ2Y´ ŭKŜ λă2ŭ2LJŜ ŘI·ŭI·ōI·ăŜ 2NJ ŭKŜ tK2ŭ2tŜI·ʼl ƭλăŭ óăKλ₮ŭπƭŜ₮ŭ Yʼ2dzăŜ ŎƭλŎʼlúφ
¢KŜ ƭŜ₮ŭ ăλŘŜ 2₮ Cλ∃dzNJŜ нт ăK2øă I·y´ŜÈI·YLJƭŜ øKŜNJŜ ŭKŜ tK2ŭ2tŜI·ʼl [λăŭ ₮2NJY´ λă dzăŜŘ ŭ2 2ØŜNJƭI·è I·Ŏ2YLJdzŭŜŘ ăLJŜŎŭNJdzY´ ₮2NJ yy¸ óŎèI·yŭ øλŭK ŭKŜ YŜI·ădzNJŜŘ ăLJŜŎŭNJdzY´φ ¢Kλă ŘλăLJƭI·è λă LJNJŜăŜyŭŜŘ I·₮ŭŜNJ I·LJLJƭèλy∃ ăKλ₮ŭьƭŜ₮ŭπŎƭλŎʼl 2y´ŭKŜ yφy ʼlŜ± LJŜI·ʼlφ ¢KŜ I·ŎŭλØλŭè 2₮ yy¸ λy´ŭKλă ăI·YLJƭŜ λă ŜăŭλYI·ŭŜŘ ŭ2 ōŜ pφoy dz/λ øλŭK y2 ăKλŜƭŘλy∃φ ¢KŜ tK2ŭ2tŜI·ʼl ƭλăŭ λă ăK2øy´2y´ŭKŜ NJλ∃Kŭ ăλŘŜ 2₮ Cλ∃dzNJŜ нтφ L₮ ŭKŜ 2ØŜNJƭI·è Ř2Ŝă y2ŭ YI·ŭŎKΣ I·y2ŭKŜNJ LJŜI·ʼl YI·è ōŜ ŎK2ăŜy´₮2NJ Ŏ2YLJI·NJλă2y´øλŭK ŭKŜ YŜI·ădzNJŜŘ ăLJŜŎŭNJdzYφ

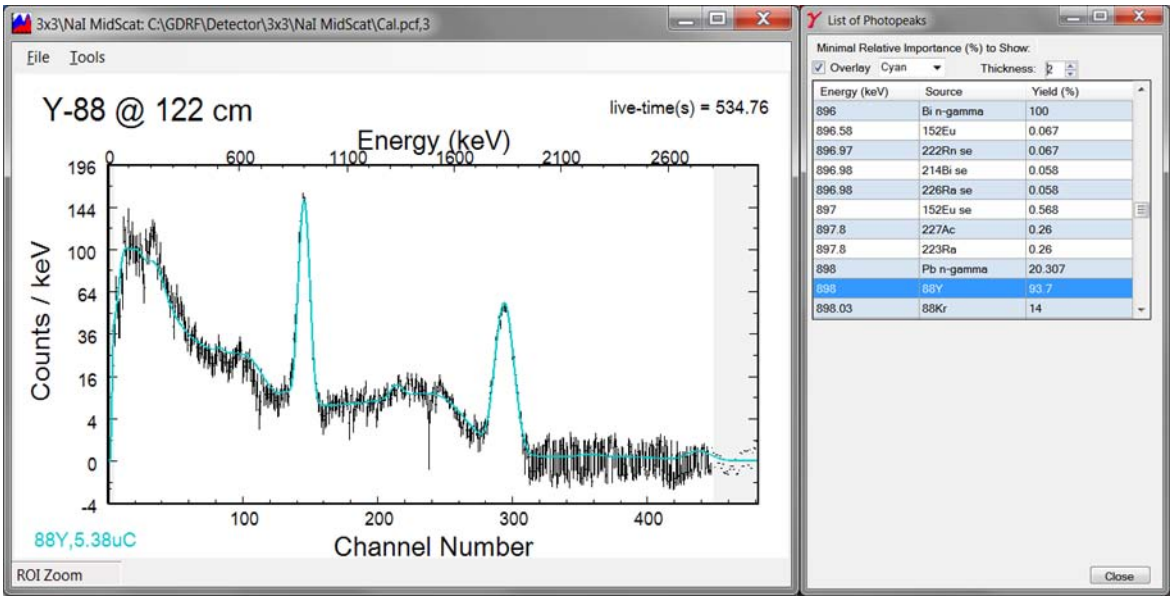


Figure 27. Graph of measured spectrum with best fit isotope information and overlay using shift + left-click (*left*); Photopeak list with displayed isotope highlighted (*right)*.

6.2 Numerical Spectral Analysis

D ! 5w ! {π5wC λă ăLJŜŎλ₮λŎI·ƭfè ŘŜăλ∃yŜŘ ŭ2 LJŜNJ₮2NJY´ NJ2ōdzăŭ ₮dzƭƭnăLJŜŎŭNJdzY´ I·y1·fèăλă¢ hyŎŜ I· ŘŜŭŜŎŭ2NJ ŎI·ƭλōNJI·ŭλ2y´KI·ă ōŜŜy´LJŜNJ₮2NJYŜŘΣ ØI·NJλ2dză I·y1·fèăλă ŭŜŎKyλIjdzŜă ŎI·y´ōŜ dzăŜŘ ŭ2 λŘŜyŭλ₮è LJŜI·ʼlă I·yŘ LJŜNJ₮2NJY´ I·y´I·y1·fèăλă¢ ¢KŜ **! yI·fèÎŜ** ŭI·ō 2y´ŭKŜ YI·λy´LJI·∃Ŝ LJNJ2ØλŘŜă 2LJŭλ2yã ₮2NJ yƺzYŜNJŎI·f I·y1·fèăλă 2LJŭλ2yã¢ ¢KŜ I·y1·fèăλă 2LJŭλ2yã I·ØI·λƭI·ōƭŜ I·NJŜY

- **{λy∃ƭŜ wŜ∃NJŜăăλ2y´**
- **a dzƭŭλLJƭŜ wŜ∃NJŜăăλ2y´**
- **CƭdzÈ**

¢KŜ ! yI·fèÎŜ LJI·∃Ŝ ăK2øy´λy´Cλ∃dzNJŜ ну Ŏ2yŭI·λyã ŭŜÈŭ ō2ÈŜă ŭKI·ŭ I·ŎŎŜLJŭ λyƺLJdzŭ ₮2NJ ₮2NJŜ∃NJ2dzyŘ I·yŘ ōI·Ŏʼl∃NJ2dzyŘ ăLJŜŎŭNJ· ăλYλƭI·NJ ŭ2 ŭKŜ LJƭ2ŭ LJI·∃Ŝφ 5λăLJƭI·è 2LJŭλ2yã I·NJŜ ₮2NJ ŭKŜ I·y1·fèăλă 2dzŭLJdzŭ I·yŘ I·NJŜ ₮2dzyŘ λy´ ŎKŜŎʼl ō2ÈŜă 2y´ŭKŜ NJλ∃Kŭ ăλŘŜ 2₮ ŭKŜ I·y1·fèăλă LJI·∃Ŝφ ¢KŜ Ŝyădzλy∃ LJƭ2ŭ øλƭƭ 2yƭè ăK2ø ŭKŜ ōI·Ŏʼl∃NJ2dzyŘ ăŭNJλLJLJŜŘ λ₮ ŭKŜ **{ŭNJλLJ ōI·Ŏʼl∃NJ2dzyŘ** 2LJŭλ2y´ăă ăŜƭŜŎŭŜŘφ

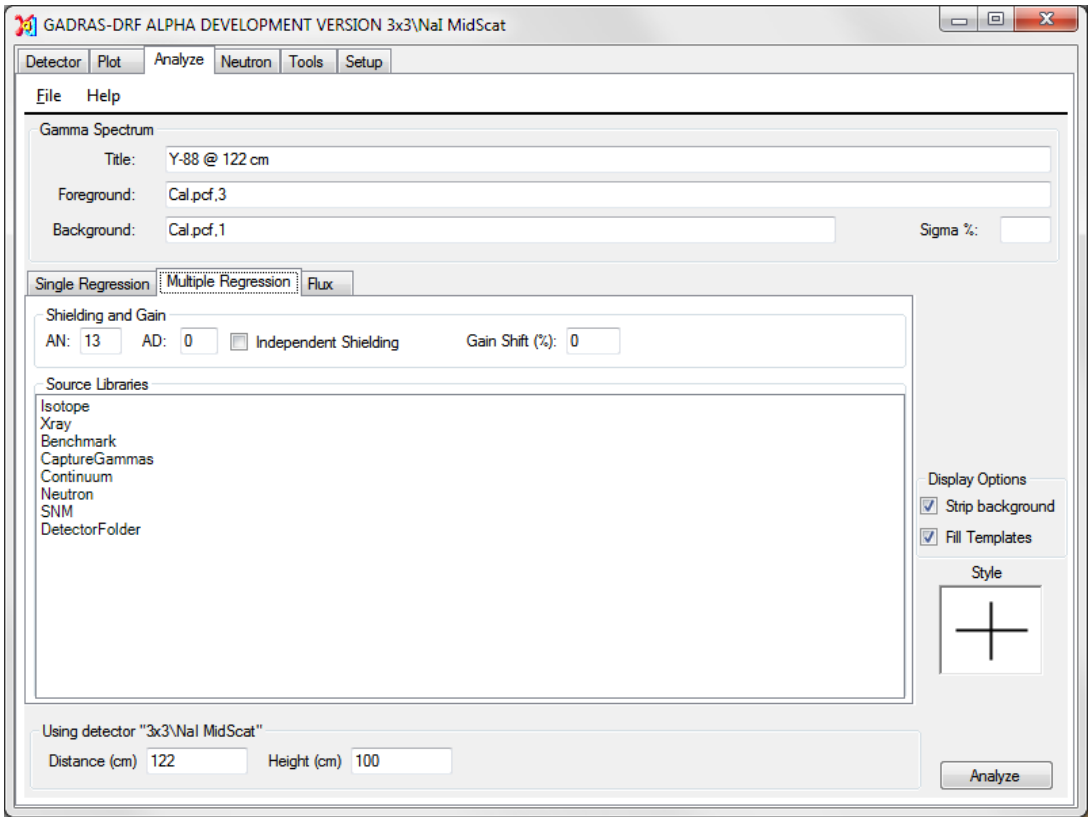


Figure 28. The Analyze tab on the main page contains three numerical analysis tab options: Single Regression, Multiple Regression, and Flux. The source libraries are located in the middle of the analysis tab for each option.

6.3 Source Libraries

{ŜØŜ№Ì·f ǎƧdz№ŎŜ fλō№Ì·№λŜǎ Ì·№Ŝ ƎŜyŜ№Ì·ffè Ì·ØÌ·λfÌ·ōfŜ ŦƧ№ λyŎfdzǎλƧy˜λy˜ Ì·yè yƋzY˜Ŝ№λŎÌ·f Ì·yÌ·fèǎλǎΣ Ì·ǎ ǎKƧøy˜ Ì·ōƧØŜ λy˜ ǘKŜ fÌ·№ƎŜ ōƧÈ fÌ·ōŜfŜŘ {Ƨdz№ŎŜ [λō№Ì·№λŜǎ óǎŜŜ CλƎdz№Ŝ нyύφ

¢KŜ Ì·ØÌ·λfÌ·ōfŜ ǎƧdz№ŎŜ fλō№Ì·№λŜǎY

- **LǎƧǘƧLJŜ**
- **·№Ì·è**
- **/Ì·LJǘdz№ŜDÌ·Y˜YÌ·ǎ**
- **/ƧyǘλyƋdzdzY˜**
- **bŜdzǘ№Ƨy˜**
- **{b a**
- **5ŜǘŜŎǘƧ№CƧfŘŜ№**

hǘKŜ№ fλō№Ì·№λŜǎ ŎÌ·y˜ōŜ Ŏ№ŜÌ·ǘŜŘ Ì·yŘ λyŎfdzŘŜŘ ōè λyŘλØλŘdzÌ·f dzǎŜ№ǎ óyŜø ǎƧdz№ŎŜ fλō№Ì·№λŜǎ ǎKƧdzfŘ ōŜ ǎÌ·ØŜŘ λy˜ λyŘλØλŘdzÌ·f ŦƧfŘŜ№ǎ dzyŘŜ№ ǘKŜ **{Ƨdz№ŎŜ** ŦƧfŘŜ№kǎdzōŘλ№ŜŎǘƧ№è ŦƧdzyŘ dzyŘŜ№ ǘKŜ **D!5w!{π5wC** ŦƧfŘŜ№ύφ 9Ì·ŎK fλō№Ì·№èkŦƧfŘŜ№ ŎƧyǘÌ·λyã Ì· ǎŜ№λŜǎ ƧŦ ŦλfŜǎ ǘKÌ·ǘ ŘŜŦλyŜǎ ŜY˜λǎǎλƧy˜№Ì·ǘŜǎ ƧŦ ƎÌ·Y˜YÌ·π№Ì·èǎ Ƨ№ yŜdzǘ№Ƨyãφ CλfŜǎ øλǘK ǘKŜ ŜÈǘŜyãλƧy˜L**{h**Σ øKλŎK Ì·№Ŝ ŎƧyǘÌ·λyŜŘ λy˜ǘKŜ **LǎƧǘƧLJŜ** ŦƧfŘŜ№Σ ŘŜŦλyŜ ŘλǎŎ№ŜǘŜ ƎÌ·Y˜YÌ·π№Ì·èǎ ŜY˜λǘǘŜŘ ōè dzyãKλŜfŘŜŘ λǎƧǘƧLJλŎ ǎƧdz№ŎŜǎφ

² λΰΚλγΣΙ·ΟΚ ƒλōΝΙ·ΝΜè Ι·ΝΜΣ ƒλăΰă 2Ŧ ă2dzΝΜΟΣă ΰΚΙ·ΰ ΟΙ·γōΣ ăΣƒΣΟΣΰΣŘ Ŧ2ΝΜ dzăΣ λγΰΚΣ ΟdzΝΜΝΜΣγΰ Ι·γΙ·fèăλă ōè ΟƒλΟ˥λγΞ 2γ ΰΚΣ λγŘλØλŘdzΙ·f ă2dzΝΜΟΣ ŘΣăλΞγΙ·ΰ2ΝΜΦ ¢ΚΣ ăΣƒΣΟΣΰΣŘ ă2dzΝΜΟΣă Ι·ΝΜΣ ΰΚΣγΙ·ØΙ·λƒΙ·ōƒΣ Ŧ2ΝΜ Ι·γΙ·fèăλăΦ C2ΝΜ λγΟƒdzăλ2γλγΰΚΣ a dzƒΰλLJƒΣ wΣΞΝΜΣăăλ2γΙ·γΙ·fèăλăΣ ΥdzƒΰλLJƒΣ ƒλōΝΙ·ΝΜΣă ΥΙ·è ōΣ ăΣƒΣΟΣΰΣŘΦ

¢ΚΣ Υ2ăΰ Ο2ΥΥ2γƒè dzăΣŘ ƒλōΝΙ·ΝΜè λγΙ· ΰèLJλΟΙ·f Ι·γΙ·fèăλă λă ΰΚΣ Lă2ΰ2LJΣ ƒλōΝΙ·ΝΜèΦ CλΞdzΝΜΣ нф ăΚ2ØΦă ΰΚΣ Lă2ΰ2LJΣ ƒλōΝΙ·ΝΜè LJΙ·ΞΣ ØλΰΚ ăΣØΣΝΙ·f 2Ŧ ΰΚΣ λă2ΰ2LJλΟ ă2dzΝΜΟΣă ăΣƒΣΟΣΰΣŘ Ι·γŘ KλΞKƒλΞKΰΣŘ óblueúΦ ¦ ăΣΝΜă ΥΙ·è ăΣƒΣΟΣΰ ØΙ·ΝΜλ2dză ΞΝΜ2dzLJă 2Ŧ λă2ΰ2LJΣă λγΰΚΣ DΝΜ2dzLJ {ΣƒΣΟΣΰλ2γhLJΣΰλ2γã LJ2ΝΜΣΰλ2γ2Ŧ ΰΚΣ ØλγŘ2ØΦ ¢ΚΣ ΞΝΜ2dzLJ ăΣƒΣΟΣΰλ2γ2Ŧ λă2ΰ2LJΣă ΟΙ·ΝΜΝΜλΣă y2 ΞdzΙ·ΝΜΙ·γΰΣΣ 2Ŧ Ι·ΟΟdzΝΜΙ·Οè 2ΝΜ Ο2ΥLJƒΣΰΣγΣăăΤ λΰ λă LJΝΜ2ØλŘΣŘ 2γƒè ΰ2 ăΙ·ØΣ ΰλΥΣ λγăΣƒΣΟΣΰλγΞ ădzΟΚ λă2ΰ2LJλΟ ΞΝΜ2dzLJăΣ ØΚλΟΚ λγΟƒdzŘΣΥ

- **Cλăăλ2γ** ς Ŧλăăλ2γŘΙ·dzΞΚΰΣΝΜ LJΝΜ2ŘdzΟΣΰă
- **bΙ·ΰdzΝΜΙ·f** ςγΙ·ΰdzΝΜΙ·ƒfè 2ΟΟdzΝΜΝΜλγΞ λă2ΰ2LJΣă
- **a ŜŘλΟΙ·f** ςΰèLJλΟΙ·f λă2ΰ2LJΣă dzăΣŘ Ι·ă ΝΜΙ·Řλ2LJΚΙ·ΝΜΥΙ·ΟΣdzΣΰλΟΙ·fă Ι·γŘ ă2dzΝΜΟΣă Ŧ2ΝΜ λΥΙ·ΞλγΞ Ι·γŘ ΰΚΣΝΜΙ·LJΣdzΣΰλΟ dzăΣ
- **/ Ι·ƒλōΝΜΙ·ΰλ2γ** ς λă2ΰ2LJΣă 2ŦΰΣγdzăΣŘ Ι·ă fΙ·ō2ΝΜΙ·ΰ2ΝΜè ΟΙ·ƒλōΝΜΙ·ΰλ2γă2dzΝΜΟΣă
- **{b a** ς λă2ΰ2LJΣă ΰèLJλΟΙ·f 2Ŧ dzΝΜΙ·γλdzΥ Ι·γŘ LJƒdzΣΰ2γλdzΥ
- **! dzΣΰ2ΥΙ·ΰλΟ** ς Ι·dzΣΰ2ΥΙ·ΰλΟΙ·ƒfè ΟΚ22ăΣă LJ2ΰΣγΣΰλΙ·f λă2ΰ2LJΣă ŦΝΜ2Υ ΰΚΣ ƒλōΝΜΙ·ΝΜè ōΙ·ăΣŘ 2γΙ· ăλΥLJƒΣ LJΣΙ·˥ λŘΣγΣΰλŦλΟΙ·ΰλ2γΙ·f Ξ2ΝΜλΣΰΚΥ

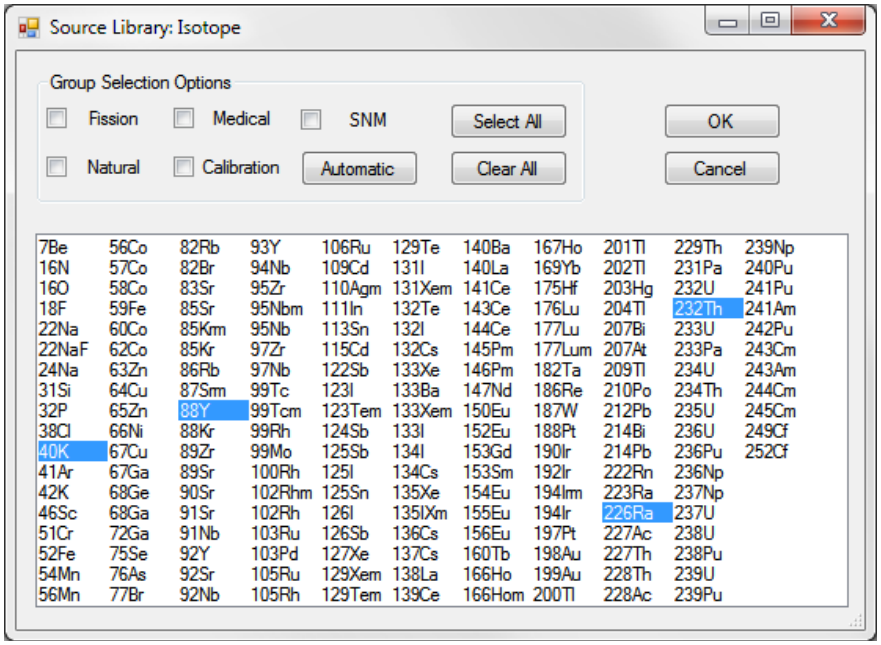


Figure 29. Isotope library page for isotope inclusion in the numerical analysis.

CλΰΰλγΞ ΰΚΣ Ο2γΰλγdzdzΥ ΟΙ·dzăΣŘ ōè ΰΚΣ LJΝΜΣăΣγΟΣ 2Ŧ Ι· γΣdzΰΝΜ2γă2dzΝΜΟΣ ΟΙ·γγ2ΰ ōΣ Ř2γΣ ōè ăΣƒΣΟΣΰλγΞ Ι· γΣdzΰΝΜ2γΣΥλΰΰΣΝΜ óΣΦΞΦΣ HPH / Ŧΰ 2dzΰ 2Ŧ ΰΚΣ ΞΙ·ΥΥΙ·πΝΜΙ·è **Lă2ΰ2LJΣ** ƒλōΝΜΙ·ΝΜèΦ LγăΰΣΙ·Řz λΰ Υdzăΰ ōΣ Ř2γΣ ØλΰΚ Ι·γ Ι·LJLJΝΜ2LJΝΜλΙ·ΰΣ ăΣƒΣΟΣΰλ2γŦΝΜ2Υ ΰΚΣ **bΣdzΰΝΜ2γ** ƒλōΝΜΙ·ΝΜèΦ

6.4 Introduction to Linear Regression Analysis

D ! 5w ! {π5wC Ο2γΰΙ·λγă ΰØ2 Ν2dzΰλγΣă dzăΣŘ ΰ2 Ι·γΙ·fèÎΣ ΞΙ·ΥΥΙ·πΝΜΙ·è ăLJΣΟΣΰΝΜΙ· ōè ƒλγΣΙ·ΝΜ ΝΜΣΞΝΜΣăăλ2γΦ ¢ΚΣ ΰØ2 LJΝΜ2ΞΝΜΙ·ΥăΣ f2ΟΙ·ΰΣŘ 2γΰΚΣ **! γΙ·fèăλă** ăΟΝΜΣΣγΚΙ·ØΣ ΰΚΣ ăΙ·ΥΣ dzăΣΝΜ λγΰΣΝΜŦΙ·ΟΣ Ι·γŘ Ι·γΙ·fèăλă Ι·LJLJΝΜ2Ι·ΟΚΣ ōdzΰ Ι·ΝΜΣ dzăΣŘ Ŧ2ΝΜ ŘλŦŦΣΝΜΣγΰ LJdzΝΜLJ2ăΣăΦ

- **a dzfűλLJfŜ wŜƎNŜăăλ2y** LJŜNƭƦNJYă I· ăλYλfI·NJλűè óŎKλπăljdzI·NJŜΣ ⁺ʰú I·yl·fèăλă ǿλűK űKŜ I·ăădzYLJűλ2yűKI·ű ăŜØŜNJI·f ƎI·YYI·πNJI·è ă2dzNJŎŜă I·NJŜ Ŏ2yűNJλōdzűλyƎ ű2 I· YŜI·ădzNJŜYŜyűΦ C2NJ ŜÈI·YLJfŜΣ λyűKŜ ŎI·ăŜ 2Ƭ I· NJI·Řλ2I·ŎűλØŜ ƬI·ff2dzű YŜI·ădzNJŜYŜyűΣ ăŜØŜNJI·f NJI·Řλ2yűzŎfλŘŜă I·NJŜ LJNJŜăŜyű I·yŘ ăK2dzfŘ ōŜ λyŎfdzŘŜŘ λy űKŜ I·yl·fèăλăΦ
- **{λyƎfŜ wŜƎNŜăăλ2y** LJŜNƭƦNJYă I· ăλYλfI·NJλűè óŎKλπăljdzI·NJŜΣ ⁺ʰú I·yl·fèăλă ű2 NJI·y] λyŘλØλŘdzI·f ƎI·YYI·πNJI·è ă2dzNJŎŜă ű2 I· NJI·Řλ I·űλ2yYŜI·ădzNJŜYŜyű ǿKŜy λű λă I·yűλŎλLJI·űŜŘ űKI·ű 2yfè 2yŜ ă2dzNJŎŜ λă LJNJŜăŜyűΦ

. 2űK I·yl·fèăλă NJ2dzűλyŜă NJŜLJ2NJű I· ⁺ʰΣ ǿKλŎK λyŘλŎI·űŜă űKŜ ŘŜØλI·űλ2yōŜűǿŜŜyűKŜ YŜI·ădzNJŜŘ I·yŘ űKŜ ŎI·fŎdzfI·űŜŘ ăŜűă 2Ƭ ŘI·ű I· óNJŜfI·űλØŜ ű2 ŜăűλYI·űŜŘ dzyŎŜNJűI·λyűλŜă λyűKŜ ű2 ăŜűăúΦ ¢KŜ ØI·fdzŜ 2Ƭ ⁺ʰ ăK2dzfŘ ōŜ yŜI·NJ dzyλűè λƬ űKŜ ű2 ŘI·ű I· ăŜűă ǿŜNJŜ LJNJ2ŘdzŎŜŘ ōè űKŜ ăI·YŜ NJI·Řλ2I·ŎűλØŜ ă2dzNJŎŜóăúΦ

¢KŜ ăLJŜŎűNJdzY ű2 ōŜ I·yl·fèÎŜŘ λă ăŜfŜŎűŜŘ ōè ŘNJI·ƎƎλyƎ I·yŘ ŘNJ2LJLJλyƎ I· Ƭ2NJŜƎNJ2dzyŘ I·yŘ ōI·Ŏ]ƎNJ2dzyŘ ăLJŜŎűNJdzY ƬNJ2Y űKŜ t/C NJŜŎ2NJŘ ǿλyŘ2ǿ ó2NJ ōè ŜyűŜNJλyƎ λű YI·ydzI·ffèúΦ **a dzfűλLJfŜ** I·yŘ **{λyƎfŜ wŜƎNŜăăλ2y** I·yl·fèăŜă I·űűŜYLJű ű2 Ƭλű űKŜ YŜI·ădzNJŜŘ ăLJŜŎűNJdzY ǿλűK ăŜfŜŎűŜŘ ă2dzNJŎŜóăúΦ {KλŜfŘλyƎ LJI·NJI·YŜűŜNJă ŎI·y ōŜ ŜăűλYI·űŜŘ ű2 ŎKI·NJI·ŎűŜNJλÎŜ ŜƬƬŜŎűă I·ăă2ŎλI·űŜŘ ǿλűK λyűŜNJØŜyλyƎ YI·űŜNJλI·fă¢ ¢KŜ ăKλŜfŘλyƎ LJI·NJI·YŜűŜNJă ŘŜăŎNJλōŜ λyűŜNJØŜyλyƎ YI·űŜNJλI·fă ōè I·yŜƬƬŜŎűλØŜ I·ű2YλŎ yűzYōŜNJ ó**! b**ú I·yŘ I·NJŜI·f ŘŜyăλűè ó**! 5**úΦ {ŜfŜŎűŜŘ λă2ű2LJŜă I·NJŜ NJI·y]ŜŘ Ƭ2NJ Ŏ2yăλăűŜyŎè ǿλűK űKŜ YŜI·ădzNJŜYŜyűă ǿKŜy **{λyƎfŜ wŜƎNŜăăλ2y** λă LJŜNJƬ2NJYŜŘ I·yŘ YƵNJŜ űKI·y2yŜ λă2ű2LJŜ λă ăŜfŜŎűŜŘΦ **a dzfűλLJfŜ wŜƎNŜăăλ2y** ƬλyŘă űKŜ Ŏ2YōλyI·űλ2y2Ƭ λă2ű2LJŜă I·yŘ I·ăă2ŎλI·űŜŘ I·ŎűλØλűλŜă űKI·ű ƎλØŜă űKŜ ōŜăű Ƭλű ű2 űKŜ ăLJŜŎűNJdzYΦ t I·NJI·YŜűŜNJă I·ăă2ŎλI·űŜŘ ǿλűK λyűŜNJØŜyλyƎ YI·űŜNJλI·fă ŎI·y ōŜ I·ŘdzăűŜŘ ōè fŜƬűπŎfλŎ]λyƎ 2yűKŜ **! b** I·yŘ **! 5** fI·ōŜfă óŎfλŎ]λyƎ űKŜăŜ fI·ōŜfă KλƎKfλƎKűă űKŜ I·ŘdzăűŜ I·ŎŜyű ō2ÈŜăΣ űdzNJyλyƎ űKŜY Ŏè I·yűΦ ¢KŜNJŜ λă I·fă2 I· ŎKŜŎ] ō2È Ƭ2NJ űKŜ 2LJűλ2y2Ƭ I·ff2ǿλyƎ λyŘŜLJŜyŘŜyű ăKλŜfŘλyƎ Ƭ2NJ ŜI·ŎK NJI·Řλ2I·ŎűλØŜ ă2dzNJŎŜ λyűKŜ YŜI·ădzNJŜŘ ăLJŜŎűNJdzYΦ

6.4.1 Single Regression Analysis

¢KŜ **{λyƎfŜ wŜƎNŜăăλ2y** I·yl·fèăλă 2LJűλ2yNJI·y]ă λyŘλØλŘdzI·f ƎI·YYI·πNJI·è ă2dzNJŎŜă Ƭ2NJ űKŜλNJ ăλYλfI·NJλűè ó⁺ʰú ű2 I· NJI·Řλ I·űλ2yYŜI·ădzNJŜYŜyűΦ Lű ăă dzăŜŘ ǿKŜy λű λă I·yűλŎλLJI·űŜŘ űKI·ű 2yfè 2yŜ ă2dzNJŎŜ λă LJNJŜăŜyűΦ ! yè Ŏ2YōλyI·űλ2y2Ƭ ă2dzNJŎŜă ŎI·y ōŜ ăŜfŜŎűŜŘ ōè űKŜ dzăŜNJ ƬNJ2Y űKŜ I·ØI·λfI·ōfŜ ă2dzNJŎŜ fλōNJI·NJλŜă óăŜŜ {ŜŎűλ2y cΦoΣ {2dzNJŎŜ [λōNJI·NJλŜăΣ Ƭ2NJ ŘŜăŎNJλLJűλ2yűΦ CƎdzNJŜ ол ăK2ǿă űKŜ **{λyƎfŜ wŜƎNŜăăλ2y** úI·ō ǿλűK űKŜ ăŜfŜŎűŜŘ ă2dzNJŎŜă ƬNJ2Y űKŜ I·ØI·λfI·ōfŜ ă2dzNJŎŜ fλōNJI·NJλŜă óăŜŜ {ŜŎűλ2y cΦoú I·yŘ űKŜ ăKλŜfŘλyƎ I·ŘdzăűŜ YŜyű 2LJűλ2y I·ŎűλØI·ûŜŘΦ ¢2 LJŜNJƬ2NJY űKŜ I·yl·fèăλăΣ ŎfλŎ] ûKŜ !yl·fèÎŜ ōdzûû2y I·ú ûKŜ ō2ûû2Y NJƎKû Ŏ2NJyŜNJ 2Ƭ ûKŜ LJI·ƎŜΦ

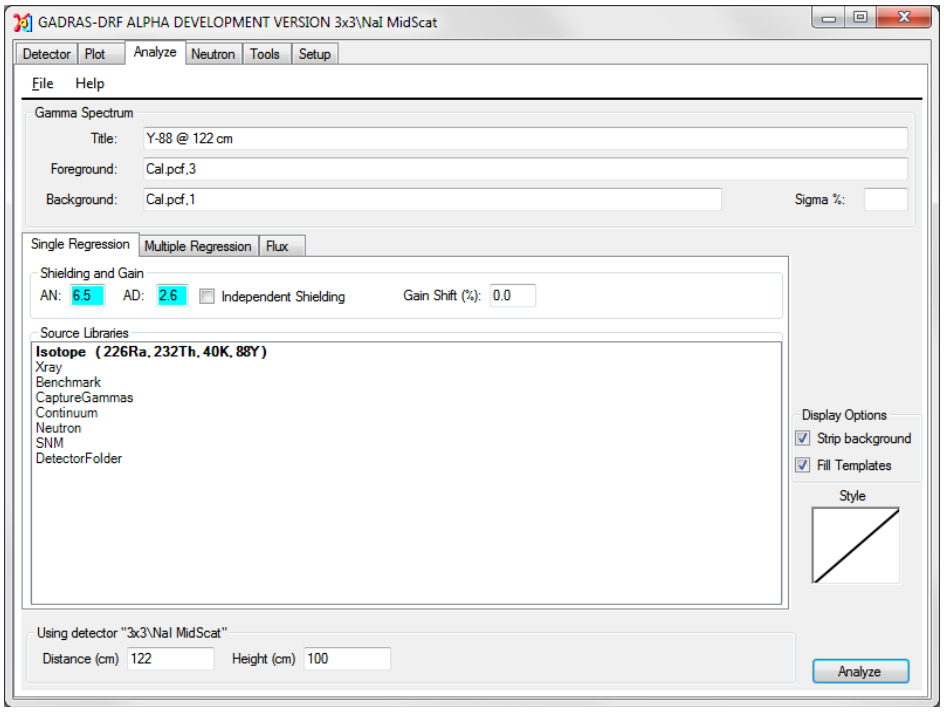


Figure 30. Single Regression Analysis tab with 226Ra, 232Th, 40K, and 88Y selected from the isotope source library and the shielding options activated.

¢KŜ **{ƛyƎfŜ wŜƎ№ŜăăƛƧy** l·yl·fèăƛă ƎŜyŜ№l·ǘŜă l· ăƛyƎfŜ Ǝ№l·LJK ƧŦ ǘKŜ ōŜăǘ Ŧƛǘ Řl·ǘl· l·yŘ l· ădzYYl·№è LJl·ƎŜφ ¢KŜ ōŜăǘ Ŧƛǘ ƛă LJfƧǘǘŜŘ l·ă ăKƧøyƛyCƛƎdz№Ŝ oмΣ l·yŘ ǘKŜ ădzYYl·№è LJl·ƎŜ óCƛƎdz№Ŝ oнύ №l·yʅă ǘKŜ ăŜfŜŎǘŜŘ ƛăƧǘƧLJŜă ōl·ăŜŘ ƧyƛăƛYƛfl·№ƛǘè ǘƧ ǘKŜ YŜl·ădz№ŜYŜyǘ ōl·ăŜŘ ƧyǘKŜ ŎƧYLJdzǘŜŘ ŎKƛπăljdzl·№Ŝ ó⁺ʰύφ

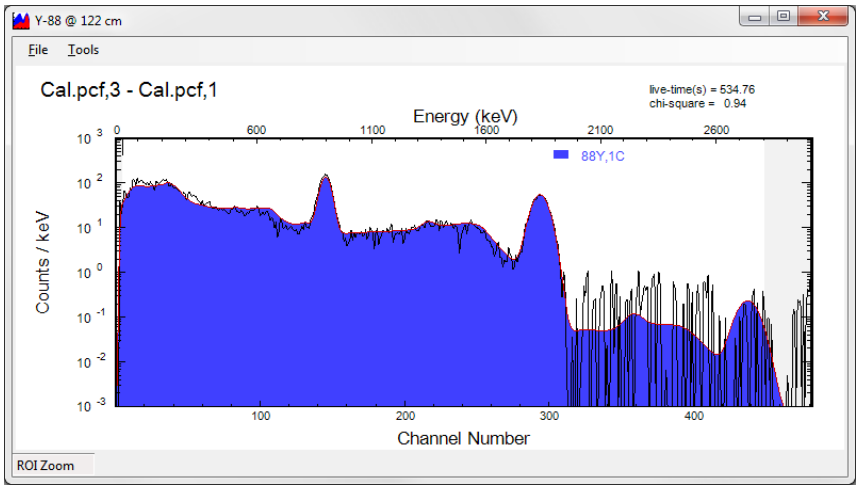
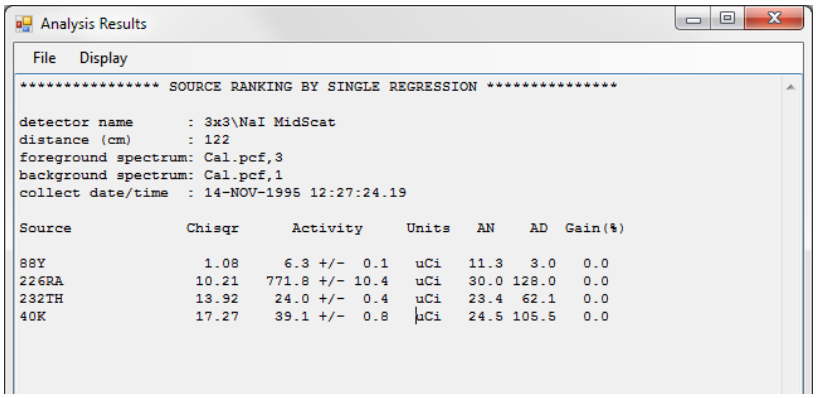


Figure 31. Graph of Single Regression Analysis of a ^{88}Y spectrum.



Analysis Results

File Display

```
**************** SOURCE RANKING BY SINGLE REGRESSION ***************

detector name       : 3x3\NaI MidScat
distance (cm)       : 122
foreground spectrum: Cal.pcf,3
background spectrum: Cal.pcf,1
collect date/time  : 14-NOV-1995 12:27:24.19

Source              Chisqr      Activity     Units   AN    AD  Gain(%)

88Y                   1.08      6.3 +/-  0.1   uCi   11.3   3.0    0.0
226RA                10.21    771.8 +/- 10.4   uCi   30.0 128.0    0.0
232TH                13.92     24.0 +/-  0.4   uCi   23.4  62.1    0.0
40K                  17.27     39.1 +/-  0.8   µCi   24.5 105.5    0.0
```

Figure 32. Single Regression Analysis Summary Page.

6.4.2 Multiple Regression Analysis

¢KŜ **a dzfŭλLJfŜ wŜƎNŜăăλ2y ! yl·fèăλă** l·f∃2NλŭKY ŦλyŘă ŭKŜ Ŏ2YōλYl·ŭλ2y2Ŧ ă2dzNŎŜă ŭKl·ŭ ƎλØŜă ŭKŜ ōŜăŭ ŦλŭŭŭŜ ŭKŜ YŜl·ădzNŜŘ ăLJŜŎŭNdzY¢ ! ōl·Ŏ]ØI·NŘ NŜƎNŜăăλ2y ŭŜŎKyλljdzŜ λă dzăŜŘ λyØKλŎK l· Ŏ2YōλYl·ŭλ2y2Ŧ l·ff ăLJŜŎŭNl·f ŭŜYLJfl·ŭŜă λă dzăŜŘ λyλŭλl·ffè¢ {dzōăŜljdzŜyŭ λŭŜNl·ŭλ2yã ƎNl·Řdzl·ffè NŜY2ØŜ ă2dzNŎŜă ŭKl·ŭ Ř2 y2ŭ Ŏ2yŭNλōdzŭŜ ŭ2 ŭKŜ Ŧλŭ¢ ² KŜy LJŜNŦ2NYλyƎ ŭKλă LJN2ŎŜŘdzNŜΣ ŭKŜ 2LJŭλ2yλă ƎλØŜy ŭ2 l·ff2Ø l·yλyŭŜNØŜyλyƎΣ l·Ř2dzăŭl·ōfŜ l·ōă2NōŜNkăKλŜfŘ ŭ2 2ōŭl·λy ŭKŜ ōŜăŭ ŦλŭØ ¢Kλă λă Ř2yŜ ōè l·ŎŭλØl·ŭλyƎ ŭKŜ ō2ÈŜă fl·ōŜfŜŘ **! b** l·yŘ **! 5**¢ /l·fŎdzfl·ŭλ2yã Ŏl·y ŭl·]Ŝ ăŜØŜNl·f YλyŭdzŭŜă λŦ l· fl·NƎŜ yŭdzY ōŜN 2Ŧ ă2dzNŎŜă l·NŜ ăŜfŜŎŭŜŘΣ ŜăLJŜŎλl·ffè λŦ ŭKŜ ăKλŜfŘλyƎ λă l·ff2ØŜŘ ŭ2 Øl·Nè¢

¢KŜ **a dzfŭλLJfŜ wŜƎNŜăăλ2y** l·yl·fèăλă ƎŜyŜNl·ŭŜă l· ăλyƎfŜ ƎNl·LJK 2Ŧ ŭKŜ ōŜăŭ ŦλŭŘl·ŭl· l·yŘ l· ădzYYl·Nè LJl·ƎŜ¢ ¢KŜ ƎNl·LJK ØλffλyŘλŎl·ŭŜ ŭKŜ NŜfl·ŭλØŜ ŜŦŦŜŎŭă 2Ŧ Ŝl·ŎK λă2ŭ2LJŜ λy ŭKŜ 2ØŜNl·ff ŦλŭλŦ ŭKŜ **CΛff ¢ŜY LJfl·ŭŜă** 2LJŭλ2yKl·ă ōŜŜy ăŜfŜŎŭŜŘ¢ ¢KŜ ƎNl·LJK ăK2ØyλyCλƎdzNŜ oo ŘλăLJfl·èă Ŝl·ŎK ăŜfŜŎŭŜŘ ă2dzNŎŜΩă Ŏ2yŭNλōdzŭλ2y¢ ¢KŜ ădzYYl·Nè 2Ŧ ŭKŜ Ydzfŭλ LJfŜ NŜƎNŜăăλ2y l·yl·fèăλă NŜădzfŭă ăK2ØyλyCλƎdzNŜ on ŘλăLJfl·èă ŭKŜ l·yl·fèăλă NŜădzfŭă λy ŭŜÈŭ Ŧ2NY óλă2ŭ2LJŜ flăŭΣ l·ŎŭλØλŭλŜăΣ ØŜλƎKŭăΣ l·yŘ ăKλŜfŘλyƎ λyŦ2NYl·ŭλ2y¢ ¢KŜ ŭŜÈŭ ăŭNλyƎ Ŧ2dzyŘ l·ŭ ŭKŜ ō2ŭŭ2Y 2Ŧ ŭKŜ ădzYYl·Nè LJl·ƎŜ Ŏl·yōŜ Ŏ2LJλŜŘ l·yŘ LJl·ăŭŜŘ ŭ2 ŭKŜ ă2dzNŎŜ flyŜ ó{2dzNŎŜ Ŧ2N /2YLJdzŭŜŘ {LJŜŎŭNdzYŭ 2y ŭKŜ tf2ŭ ăŎNŜŜyŦ2N LJf2ŭŭλyƎ l·ă l·y2ØŜNfl·è ŭ2 l·ff2Ø Ŧ2N Ŏ2YLJl·Nλă2yØλŭK ŭKŜ YŜl·ădzNŜŘ Řl·ŭl·¢

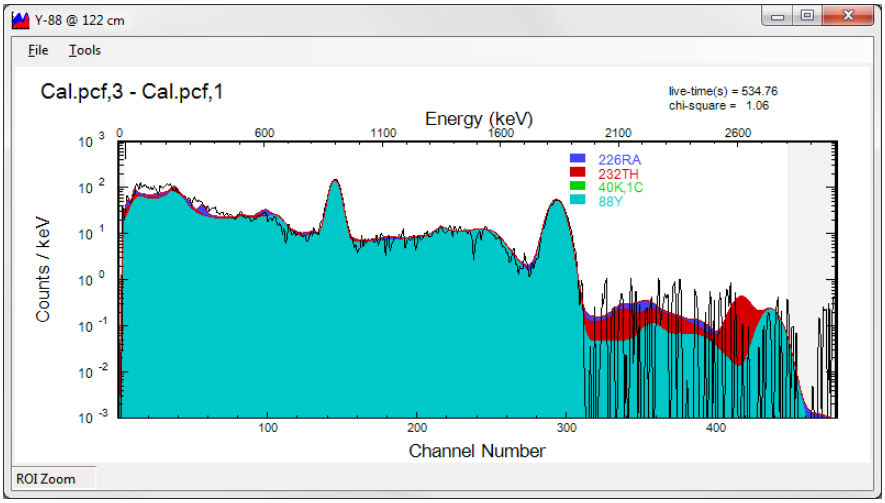


Figure 33. Graph of Multiple Regression Analysis of ^{88}Y spectrum.

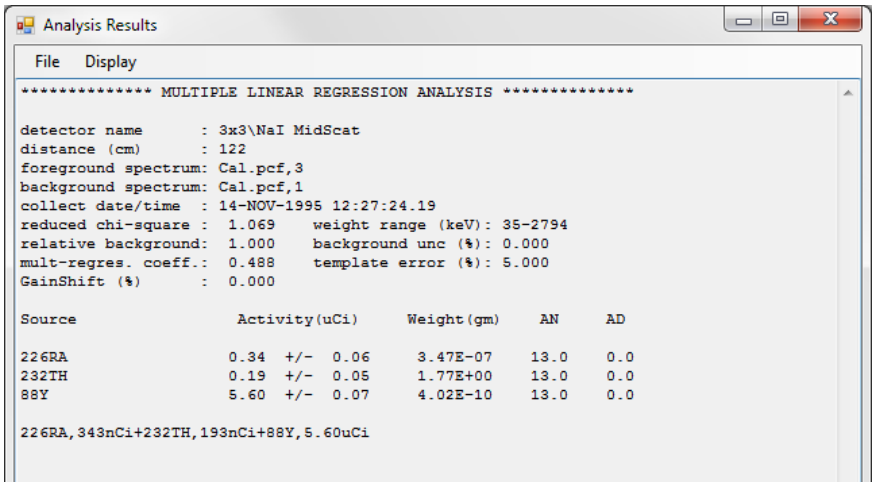


Figure 34. Multiple Regression Analysis Summary Page.

6.5 Compute Flux

¢KŜ **/ƻYLJdzűŜ CfdzÈ** l·f∃ƻ№λűKY Ŏl·y¯ōŜ ăŜfŜŎűŜŘ l·ă ăKƻǿy¯λy¯Cλ∃dz№Ŝ op¢ ¢KŜ **/ƻYLJdzűŜ CfdzÈ** ű ƻƻf Ŝăűλ Y l·űŜă űKŜ λyŎλŘŜyű ŦfdzÈ ōè LJŜ№Ŧƻ№Y λy∃ yƻyƒλyŜl·№ №Ŝ∃№Ŝăăλƻy¯l·yl·fèăλă¢ t№λƻ№ ű ƻ l·yl·fèăλăƩ űKŜ dzăŜ№ ăKƻdzfŘ ăŜfŜŎű űKŜ l·LJLJ№ƻLJ№λl·űŜ ăLJŜŎű№l·f ŦλfŜă Ŧƻ№ űKŜ Ŧƻ№Ŝ∃№ƻdzyŘ l·yŘ ōl·Ŏ⌉∃№ƻdzyŘ¢ ! ∃№l·LJKλŎ LJfƻű ƻŦ űKŜ №Ŝădzfűă ŘλăLJfl·èă LJŜl·⌉ l·yŘ ŎƻyűλyƌdzdzY űŜ№Y ă l·ă ăKƻǿy¯λy¯Cλ∃dz№Ŝ oc¢ ! űŜÈű ădzYY l·№è óăŜŜ λy¯Cλ∃dz№Ŝ oтύ l·yŘ λă ăl·ØŜŘ l·ă **D!5C[¦¢[L{** λy¯űKŜ Řl·ű l· ŦƻfŘŜ№¢ ¢KŜ ŦfdzÈ LJ№ƻŦλfŜ λă l·făƻ ăl·ØŜŘ λy¯l· ŦfdzÈ ŦλfŜ ǿλűK l· **D!a** ŜÈűŜyãλƻy¢

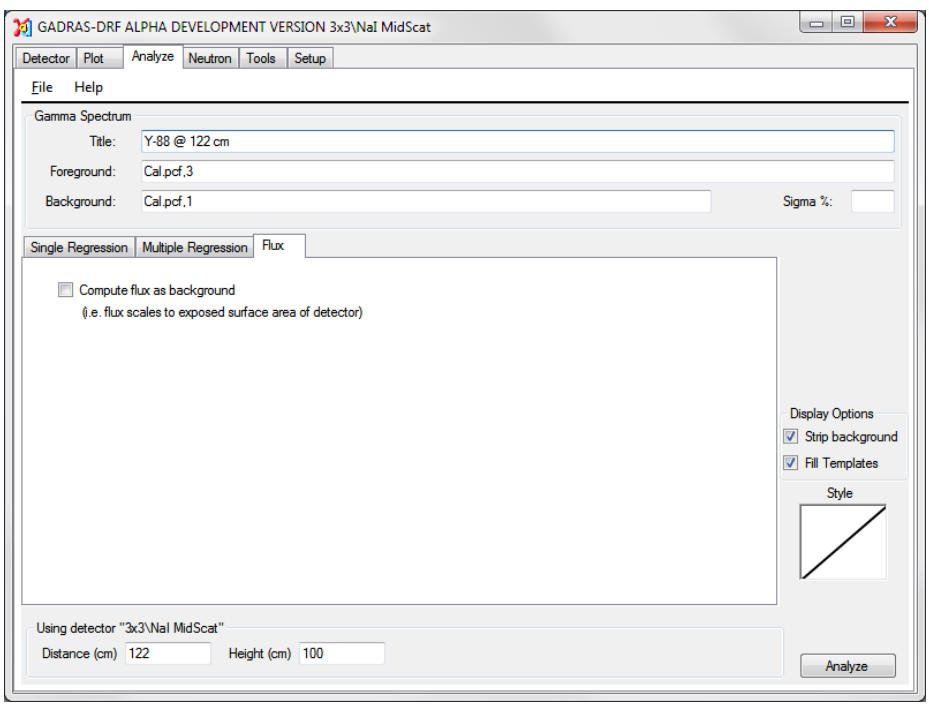


Figure 35. Compute Flux Analysis Page.

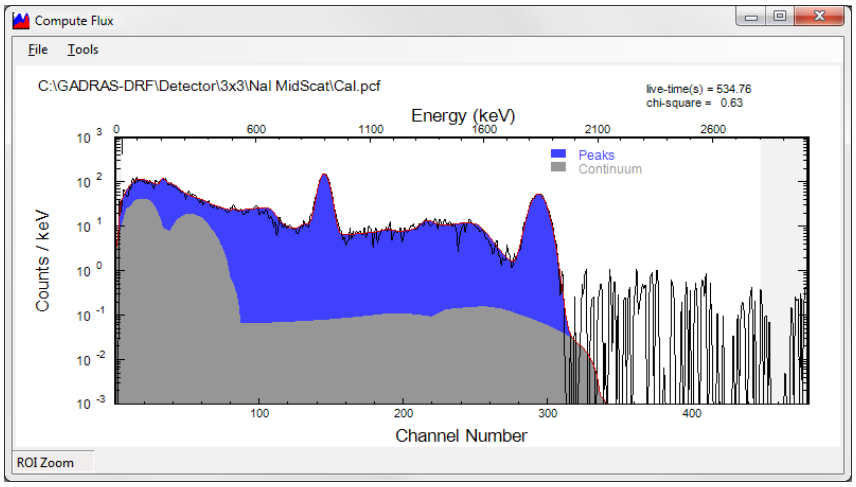


Figure 36. Graph of Compute Flux showing the peaks and continuum from the flux calculation

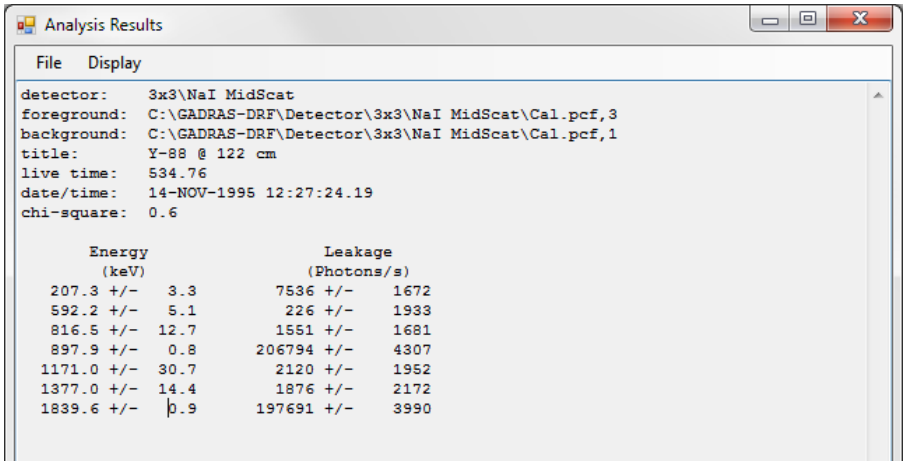


Figure 37. Analysis results from flux calculations performed using Compute Flux

7 CONCLUSION

D!5w!{π5wC I·LJLJfλŜă I· ŘŜűŜŎűƧNJ NJŜăLJƧyãŜ ŦdzyŎűλƧyˆűƧ ŎƧYˆLJdzűŜ ăLJŜŎűNJI· ŦƧNJ ƎI·YYI·πNJI·ȅ ŜYˆλűűλyƎ NJI·ŘλƧyˆdzŎfλŘŜă ƧNJ ŦfdzȄ LJNJƧŦλfŜă űKI·ű I·NJŜ ăLJŜŎλŦλŜŘ λyˆ**D! a** ŦλfŜăφ ¢KŜ I·LJLJfλŎI·űλƧyˆŎƧyˆűI·λyã LJŜI·ʅ λŘŜyˆűλŦλŎI·űλƧyˆ I·yŘ LJfƧűűλyƎ űƧƧfă űKI·ű ŦI·ŎλfλűI·űŜ ŘŜűŜŎűƧNJ ŎKI·NJI·ŎűŜNJλÎI·űλƧyˆφ !yˆI·fȅăλă I·fƎƧNJλűKYˆă űKI·ű LJŜNJŦƧNJY ăλyƎfŜ NJŜƎNJŜăăλƧyΣ YˆdzfűλLJfŜ NJŜƎNJŜăăλƧyΣ I·yŘ ŎƧYˆLJdzűI·űλƧyˆƧŦ ŦfdzȄ LJNJƧŦλfŜă I·NJŜ I·făƧ λyŎfdzŘŜŘ λyˆűKŜ I·LJLJfλŎI·űλƧyˆφ ¢Kλă YˆI·yˆdzI·f LJNJƧØλŘŜă I·yˆƧØŜNJØλŜø ƧŦ KƧø űƧ ŜYˆLJfƧȅ űKŜăŜ ŎI·LJI·ōλfλűλŜăφ

DISTRIBUTION LIST

м a { луфф ¢ŜŎKyƛŎI·f [ƛōŃI·ŃèƩ фрос óŜfŜŎúŃƨyƛŎ ŎƨLJèú

пр

пс

пт

Sandia National Laboratories