

平成25年3月13日
報告者 阿部宣男

大熊町訪問報告書

- 日時 平成25年3月11日(月) 12時-16時(天候:晴れ, 強風)
- 場所 福島県双葉郡大熊町大沢地区
- 参加者 東京都板橋区ホテル生熊環境館所属
阿部宣男, 望月将地, 菅野剛毅, 山我祐生(映像記録担当), 島山理仁
- 目的及び結果

- ① 東日本大震災の満二年における三回忌の慰霊
・午後2時46分46秒(当時の地震発生時間)に合わせ、海に向かい黙祷
- ② ナノ純銀による除染テスト(測定者:阿部, 記録者:望月, ナノ純銀散布者:菅野)
・測定機器:日立アロカGMサーベイメーターTGS-146B β(γ)
※アロカTGS-146Bを使用する際は、必ず鉛の遮蔽を用いた
インスペクターEX P+ β・γ
円筒形鉛遮蔽容器(鉛厚さ3cm) × 2

・測定場所:墓地「大」

a) 昨年12月25日実施の墓地「大」におけるナノ純銀散布試験報告

- ・測定方法:一軒の墓地の組石(10cm×10cm)の放射線量を測定。その後、同じ組石にナノ純銀を散布し、放射線量を比較した。

<インスペクター(単位μSv):3回の測定による平均値を比較した>

ナノ純銀散布前	1回目	368	ナノ純銀散布後	1回目	273
	2回目	379		2回目	271
	3回目	375		3回目	273
	平均	374μSv		平均	272.3μSv

- * ナノ純銀を散布した組石(273.3μSv)と散布していない組石(374μSv)を比較すると、101.7μSvの減少が見られ、ナノ純銀の効果が認められた。

b) 昨年と同様の場所におけるナノ純銀測定報告

- ・測定方法:同様の場所にて、前回ナノ純銀を散布した組石(10cm×10cm)の放射線量を測定。その組石から20cmほど離れたナノ純銀を散布していない組石(同サイズ)の、放射線量を比較した。今回は、組石の表面の塵や埃を軽くおとした後、測定を行った。

<インスペクター(単位μSv)>

前回ナノ純銀を施していない	432μSv
前回ナノ純銀を施している	336μSv

- * 今回の測定においても、ナノ純銀を施している箇所は、96μSv低く、効果が持続することが示唆された。しかし、この2ヶ月間で、なお福島第一原発から放射性物質が降り注いでいるため、前回に比べ全体的に放射線量が高くなっている。

<アロカTGS-146B(単位cpm,60秒計測)>

前回ナノ純銀を施していない	1回目	67101	2回目	66477	合計	133578
					平均	66789
前回ナノ純銀を施している	1回目	63234	2回目	64514	合計	127775
					平均	63887.5

- * 前回ナノ純銀を施しているほうが、2901.5cpm低く4.34%減少がみられた。

c) 追加ナノ純銀散布試験報告

- ・測定方法:今回は、空間線量と乙川家墓所全面を対象とする追加実験を実施した。

- i) 空間線量:地上1mの場所で測定。空間線量を測定後、墓所一軒とその外周幅約50cmにナノ純銀(20ppm)3ℓを散布し(3ℓ/約15㎡=約0.2ℓ/㎡)、再度、空間線量を測定した。

<アロカTGS-146B(単位cpm,60秒計測)>

散布前	鉛遮蔽無		鉛遮蔽有	
	1回目	2回目	合計	平均
1回目	17606	10193	17963	11787
2回目	20511	10420	19621	13698
合計	38117	20613	37584	25485
平均	19058.5	10306.5	18792	12742.5

<インスペクター(単位μSv)>

散布前	散布後	
1回目	28.89	25.92
2回目	27.59	27.59
3回目	28.77	26.35
4回目	28.52	26.23
5回目	27.41	25.55
6回目	27.72	26.72
7回目	29.20	27.34
8回目	27.65	30.14
9回目	31.69	26.85
10回目	29.27	26.35
平均	28.671	26.904

- * 空間線量においては、アロカTGS-146Bでの測定結果は、はっきりとした減少が見られなかった。インスペクターにおいては、1.767μSvの減少が見られた。安定的な空間線量の測定方法に課題が残った。

甲第18号証

ii) 全面散布後測定：前回ナノ純銀を施した組石（10cm×10cm）の地点（前回ナノ純銀有）と、その場所から20cm離れたナノ純銀を施していない地点（ナノ純銀無）の放射線量を測定した。

<アロカTGS-146B（単位cpm，60秒計測）>

	前回ナノ純銀無	前回ナノ純銀有
1回目	67791	63479
2回目	67870	63214
3回目	67814	63183
4回目	67791	63093
5回目	67598	63038
合計	338864	316007
平均	67772.8	63201.4

<インスペクター（単位 μ Sv）>

	前回ナノ純銀無	前回ナノ純銀有
1回目	411.9	309.7
2回目	401.2	312.2
3回目	407.7	305.1
4回目	403.4	305.7
5回目	413.5	303.6
平均	407.5	307.3

* アロカTGS-146Bでの測定結果では、4571.4cpmの減少が見られ、インスペクターにおいては、100.2 μ Svの減少が見られた。

5. まとめ

前回と今回の試験結果から、ナノ純銀は放射能を減弱する効果があると考えられる。その効果は持続的であり、ナノ純銀を施した箇所としない箇所と比べ時間経過とともに同じになることはなく、常に施した箇所が低いことが分かった。福島第一原発事故は未だ終息されておらず、放射性物質が降り続けている中で、野外実験においてこのような結果が得られたことは非常に意味がある。ナノ純銀による除染は効果があり、持続的である。

[I] 大熊町向けご説明資料

岩崎信

現東北工業大学<非常勤>/

元東北大学大学院教育情報学研究所/教育部・同大学院工学研究科

冒頭に3. 1. 1の大震災津波で亡くなられた方々、原発事故に伴う避難の過程で、および長引く避難生活で関連死され福島県の方々1, 121人、双葉郡の350以上の方々に心より哀悼の意を表し、加えて、避難を余儀なくさせられている多くの方々に心よりお見舞い申し上げます。今回の「話し合い」が一日も早い皆様の帰還への進展に聊かでも結びつくものになることを祈願致します。

理想的な除染の方法とは？

- 1) 他人に迷惑をかけない方法か？ <他人や他地域との感情的対立をもたらさない方法がベスト>
- 2) 環境を破壊しない方法か？ <これまで長い歴史を経て作り上げ、守り育ててきた森林、自然環境、家屋を取り囲む環境を出来るだけ変更しない方法がベスト>
- 3) 自然的財産を破損しない方法？ <これまで長い間の産業活動で作成り上げ、蓄積してきた田畑や農地牧草地という貴重な財産の表土を取り払ったり、入れ替えしない方法がベスト>
- 4) 安価で容易な方法？ <人手や手間がかからない方法がベスト；国家財政逼迫の折、余裕はない>
- 5) 施行者/作業者の被曝量は？ <法律から言えば低い方法がベスト>
- 6) 出来るだけ早期に低減が実現する方法？ <短期間に実現できればベスト>
- 7) 原理？ <原理が分からないと不安がある>
- 8) 「措置法」の精神や内容に合致しているか？ <「最新の科学的知見」に基づいているのなら良いが>
- 9) 認知度？ <高く、よく知られた方法なら安心>
- 10) その他。

複数の方法があった場合の採否の基準/原則は？

A：得られる便益 と B：失う利益（必ずある）とのバランスを考える

A >> B なら実施すべき； A > B なら一寸疑問； A ~ B ならかなり疑問
A < B ならやってはならない； A << B なら絶対にやってはならない。
ただし、人によっても異なることにも注意

多分、誰もが利益だけ得る、万能で理想的な方法はないと思う。

国公認方法の採点は？

<岩崎の主観評価>

- 1) 他人に迷惑をかけない方法？ <一時保管場所や中間貯蔵施設を必要とする方法> ××
- 2) 環境を破壊しない方法？
<枝葉を払う、森林や原野土地の表土を剥ぎ、動植物の栄養となる枝葉を回収し破壊> ××
- <環境省が推薦する方法としては、どうなのだろうか？>
- 3) 極めて貴重な財産「農用地」を破損しない？ <長年育ててきた田畑の土壌を取り去るの> ××
- 4) 安価で容易な方法？ <人手や手間や費用；設備費も含めて極めて高価・作業量膨大> ×××
- 5) 施行者/作業者の被曝量は？ <作業量が多いので被曝量は小さくないだろう> ×
- 6) 出来るだけ早期に低減が実現する方法？ <確かにこれは早そうだ> ○
- 7) 原理？ <掃除と同じく取り除くので誰でもわかる原理； 然し、“移染”と異名がある； 汚染物の収集（吸着）・濃縮・減容の高度な最新技術は確かに駆使してはいるが> ◎
- 8) 「措置法[＊]」の精神や内容に合致しているか？
<極めて古典的な原理； 第7条 最新の科学的知見に基づいていないのでは> ×
- 9) 認知度？ <高い、よく知られた方法> ○
- 10) その他？
<駆使している収集（吸着）・濃縮・減容技術と新規材料の使用で、未知の種々のサイドエフェクト（副作用）が将来出ないのか？（不明）>
<例えば家屋の中は？やらない！？> ×

*）<環境省 HP> 除染に係る補償の基準について

除染等の措置等としての庭木等の伐採及び除去に係る損失補償基準。

除染等の措置等に必要となる土地等の使用等に伴う損失補償基準。

**）措置法 第七条 環境大臣は、事故由来放射性物質による環境の汚染への対処に関する施策を適正に策定し、及び実施するため、最新の科学的知見に基づき、事故由来放射性物質による環境の汚染への対処に関する基本的な方針（以下「基本方針」という。）の案を作成し、閣議の決定を求めなければならない

<注：法で言う最新の科学的知見とは最新の技術のことではなく最新の科学的原理の事と解釈する>

“阿部効果”を用いる方法（N法：ナノ銀法）とは？

ナノ銀（4～5 nm）と汚染物質内のセシウム原子とを接触させることで、放射性セシウム（Cs-134、Cs-137）の総量を低減させる方法。＜有力な解釈：ある種のLENR*の反応により別な安定元素（プラセオジウム*に変換させていると思われる）；この場合、ナノ銀（4～5 nm）は一種の**反応触媒**として働いていると思われる＞

*注 Jpn. J. Appl. Phys., Vol.41 (2002) pp. 4642-4650 Part 1, No. 7A, July 2002.,
Elemental Analysis of Pd Complexes: Effects of D₂ Gas Permeation, Yasuhiro IWAMURA, Mitsuru SAKANO and Takehiko ITOH, Advanced Technology Research Center, Mitsubishi Heavy Industries Ltd., 1-8-1 Sachiura, Kanazawa-ku, Yokohama 236-8515, Japan : “When Cs was added on the surface of a Pd complex, Pr emerged on the surface while Cs decreased after the Pd complex was subjected to D₂ gas permeation at 343 K and 1 atm for about one week. In the case of adding Sr on the surface, Mo emerged on the surface while the added Sr decreased after D₂ permeation for about two weeks. All the phenomena were reproduced qualitatively. The isotopic composition of the detected Mo exhibited characteristics indicating an isotopic abundance of Sr rather than the natural abundance of Mo.”

汚染水処理： セシウムを含有する水（含むゴミなど）を、ナノ銀担持骨炭&白御影石を濾材にした濾過装置を通過させてセシウムを濾材に移すことで、水中のセシウム成分を吸着することで、含有量を十分に低減させるとともに、濾材に移ったセシウムをナノ銀の働きで低減化する。

汚染土壌処理： セシウムを含有する土壌（表土）、汚泥、焼却灰等に、ナノ銀担持コラーゲンあるいはタルク水を適量散布攪拌してセシウムをナノ銀の働きで低減化する。

以上の時の“セシウムの実効的な半減期”はおおよそ1カ月～数カ月の実測データを多数得ている。なお、“セシウムの実効的な半減期”はセシウム134と137ではあまり差がみられずほぼ同じである。

“阿部効果法：ナノ銀（N）法”の特徴は？

<< N法の実績（主としてホテル館での実験）は別添資料参照 >>

- 1) 他人に迷惑をかけない方法か？
一時保管や中間貯蔵施設は不要：○
既に作られた一時保管物や中間貯蔵物にも適用可能：◎
- 2) 環境を破壊しない方法か？
対象物に撒くだけ（撒いて攪拌）で土地の表土を剥く必要ない：○
剥ぎとった表土にも後処理として適用可で効率も良い：◎
- 3) 極めて貴重な財産「農用地」を破損しない？
田畑牧草土壌は概ねそのままでよい：◎
- 4) 安価で容易な方法か？
現場での試行的な実験を除けば、実績無しで真の費用は不明だが、極めて簡易な方法なので、直感的には相当に安価と推測：◎
- 5) 施行者／作業者の被曝量は？ <作業量が少ないので被曝量は小さいと推測> ◎
- 6) 出来るだけ早期に低減が実現する方法？ 多分、1カ月～半年：△ <評価は多分に人による>
<1カ月で十分なレベルに低減している初期2011年度の実測データもある>
- 7) 認知度？ 非常に低い方法：×
- 8) 「措置法」の精神や内容に合致しているか？
極めて新しく画期的な原理：まさに、第7条 最新の科学的知見に基づいている：◎
国際貢献も可能では：○
- 9) 原理？ まだ十分には分かっていない：× or △
有力なLENR（低エネルギー核反応）だとすると、新しい科学技術の先駆けとなる：◎
- 10) その他
安全な方法か？ <人・動物・環境について長年の使用実績あり>：◎
<ナノ銀メーカーから安全性に関する審査情報は入手可>
例えば家屋の中は？：○（噴霧する方法が有効では？）
「自分の家は自分」というやり方も無理ではない：◎
Sr-90が存在したら？：△
<メカニズムがLENRならば日本Gの過去のデータから減弱可能性あり（前項の注参照）；要確認研究課題で比較的容易に実施可能な試験場所=事故原発サイト>

>>しかし、多くの実験室規模の実績（700個以上<阿部のコメント>の測定データ）はともかく、若干の現場でのデータしかないのが、実用化には多くの現場での多くの実績が必要<<

N法の環境インパクトについて

(LENRと仮定したときの) 二次生成物の問題:

○元々の放射性セシウムの原子数は極めて少ないので、それが変換して作られる元素数もまた非常に少ない。事実上、何のインパクトも有り得ない:○

ナノ銀の人への健康インパクト:

- 既に飲料水浄化装置などに用いられている。胃腸に入ると事実上素通り。
- 呼吸器は?化粧品にナノ銀埋持パウダーが使われているが、当然呼吸器を通して体内に入るが、事実上素通り。
- メーカーからナノ銀の人への健康インパクトの専門機関による評価は入手可と思われる。

ナノ銀の使用実績に関して:

- ホテル館でホテルの自然生育環境である“せせらぎ”の環境維持に長年用いてきている。
- ナノ銀はホタルや蜂の育成には無害。
- 多くの人々がこれらの作業に携わって(使用して)来ているが、支障はない。
- 2年前のホテル館の通路周辺線量低減のために林の道路沿いに大規模散布を実施した。その結果で、動物(ホテル館になついている/飼っている猫や犬達)や植物(植栽)への影響は全く見られない。

そもそも何を A:得られる便益 とするのか?

＜人間集団は一旦やり始めると、しばしば本来の目的を忘れて、
唯一心不乱に(数値)目標達成に向かう傾向がある。
時には、想定外の、あるいは、忘れていた大きな負の財産(B)を残し、
結果として大失敗をすることもしばしば＞

時々、立ち止まって振り返る必要がある

根本的疑問: そもそも、一体何のために除染をやるのか?その目的は?

Aとしては何を考えるべきか? 命? 本当に命なのか? それとも、気持ち(いわゆる、安心感)?
それらは、何を根拠にしたものなのか?

Bの<ネガティブインパクトの>大きさは本当にしっかりと考えられているか?

失うものは無いのですか?

あっても小さいのですか?

国の方法の負の影響評価は、何処の機関が何時評価し、どんな結果になったのか?そのレポートは?
その評価は正しいのか?本当に利益を得るべき人、失う人:当事者が評価に参加したのか?

やるとしたらどこまで?達成(数値)目標は?

これも同上

一般的に、＜除染に限らず＞ 完全・万能な方法はない！

K法（現環境省公認方式） v s N法（ナノ銀法）

一つの建設的な提案をします：

K法（環境省公認方式） or N法（ナノ銀法）：2者択一ではなく、

K法（環境省公認方式） & N法（ナノ銀法）：併用。

つまり、

K法（環境省公認方式）とN法（ナノ銀法）のそれぞれの特徴を生かし

二ースに合わせたよりベター組み合わせ法

を見出すべきでは？

N法による具体的除染試験法の提案

＜1＞ナノ純銀担持コロゲン液の対象物への散布・噴霧

例1：散布・噴霧 土地、土壌、袋収容物（土壌、各種ゴミ類）

例2：屋外 壁、構造物（墓石/屋内 床・壁・天井・家具等）

＜2＞ナノ純銀担持コロゲン液に対象物を浸ける＜通称：ドブ浸け＞

例1：屋内外物品＜水に相当な時間浸っても良い物＞、作業用具

＜3＞ナノ純銀担持濾材装備の多段階濾過装置による高圧洗浄等の除染汚染水の処理

具体的除染試験法

1)家屋について：＜3＞+＜1＞

高圧洗浄と組み合わせ、汚染水を、ルーシーをフル活用して処理し、その水とナノ銀濾過材を取り出し、線量を測定し、水は基準以下だったら下水に流す。ナノ銀濾過材は取り出して、密封し、その家屋に保管し、線量変化をみる。水も基準以上だったら、再度、新しいナノ銀濾過材で処理する。＜以上を繰り返す＞

2)一般家庭・農家などの土壌の処理について：＜1＞+＜2＞

2-1 敷地の土壌・畑の1/4＜A＞を掘り返し処理、線量変化をみる（国の方法）

2-2 敷地の土壌・のもう1/4＜B＞を軽く掘り返し処理し（国の方法）、それにさらにナノ銀コロゲン液を施行して、線量変化をみる

2-3 敷地の土壌のもう1/4＜C＞の表面約3cmを削り集め（国の方法）それにナノ銀を施行して、袋に詰め、農家土地内に暫定保管。その線量変化を半年監視する＜農家および自治体＞。もし規定より低下したら、元に戻す。

2-4 敷地の土壌の残りの1/4＜D＞の表面約3cmが滲みる程度にナノ銀担持コロゲン液を噴霧し、そのままの線量変化を半月監視する＜農家および自治体＞。その動向により、更に追加処理を検討する。

3)一般家庭の家屋内について＜原則、各宅でやってもらう＞：＜1＞+＜2＞

3-1 家屋の中の除染 食器、家具、天井、壁、床、ふすま、窓、天井等々を先ず掃除器で埃を収集、あるいは雑巾あるいはアルコール等で表面拭き掃除後、測定し、必要なところに噴霧し、線量を経過視測。必要なら追加噴霧。掃除器のゴミや拭き掃除後のゴミは回収し袋詰めにして、袋の中全体に噴霧。線量を経過視測。必要なら追加噴霧。

3-2 電気器具の除染 カバーを外し、回路部分とカバー内側に噴霧。本、装飾品等、紙製品については研究課題。＜以上＞

最後に

平成24年9月19日 岩崎は阿部グループと一緒に警戒区域下の大畑町原発サイト周辺に赴き、幾つかの現地試験を行うと共に周囲を観察した。

町役場のご担当の案内に基づき、事故原発サイトから目と鼻の先に位置する、夫沢の津波で被災した施設：福島県水産種苗研究所の所に寄った。この時、観察したことを以下に記す。

研究所の門と思われる所の周囲約50m四方と空の動植物を観察した。動植物学者ではないが、子供の時から野原や林の中で遊んでいた経験を基に観察した。通常の通りと思われる植生で、種々の草が生い茂っていた。また、虫の音（セミの声、コウロギ）が聞こえ、黄色い蝶、バッタ、蜘蛛の巣を見つけた。鳥も2種類飛んでいた。その時、蟻を見つけれなかったが、簡単に言えば、日常と何の変わりもない動植物の存在を感じた。彼等が、人々に「早く帰って来て」と言っているように思えた。

補足：“法律”に着目して見ると

「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法（平成二十三年法律第百十号）の規定に基づき、及び同法を施行するため、平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」

（目的）第一条 この法律は、・・・事故由来放射性物質による環境の汚染が人の健康又は生活環境に及ぼす影響を速やかに低減すること、＜“影響の度合いが当初思ったほど大きくないと判断され”れば“低減”の目標は低くしても良いことになる＞

（国民の責務） 第六条

国民は、国又は地方公共団体が実施する・・・施策に協力するよう努めなければならない。

＜誤解を招く表現： この“協力するよう努める”という意味は、（民主主義国家だから）主権者である国民は、その代表である国会と行政機関である国の指示に、唯々靡々と従え、と言う事ではない。 第七条の「最新の科学的知見」を提供することもまた国民の責務であり、協力の一つの形態である； 政府（有識者）が出した案はしばしば根本的に間違っている； だから見直しが必要＞

＜第二章 基本方針＞

第七条 環境大臣は、・・・施策を適正に策定し、及び実施するため、最新の科学的知見に基づき・・・基本的な方針・・・案を作成し・・・ ＜本研究の成果は、我々は「最新の科学的知見」の一つと認識している。少なくとも、その有力な候補の一つ； 新しく良いものが出てきたと判断出来たら、即開議を開いて従来の考えを改定すれば良い、だけの話し； 「いったん決めたらそのまま」はメンツにこだわる人間の最大の愚行・愚策； 人（人間集団）は間違う動物（集団）なのです； そして修正できる動物なのです。＞

（調査研究、技術開発等の推進等）

第五十四条 国は、事故由来放射性物質による環境の汚染への対処に関する施策の総合的かつ効果的な実施を推進するため、事故由来放射性物質による環境の汚染が人の健康又は生活環境に及ぼす影響を低減するための方策等に関する調査研究、技術開発等の推進及びその成果の普及に努めなければならない。
＜N法は影響を低減するための方策等の有力な一つとなり得ると思うが、その調査研究、技術開発等の推進をしていただくことは無理なのではないか？＞

注：措置法抜粋

(汚染廃棄物等の処理等の推進)

第五十三条 国は、基本方針に基づき、地方公共団体の協力を得つつ、汚染廃棄物等の処理のために必要な施設の整備その他の事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の処理及び除染等の措置等を適正に推進するために必要な措置を講ずるものとする。

(調査研究、技術開発等の推進等)

第五十四条 国は、事故由来放射性物質による環境の汚染への対処に関する施策の総合的かつ効果的な実施を推進するため、事故由来放射性物質による環境の汚染が人の健康又は生活環境に及ぼす影響を低減するための方策等に関する調査研究、技術開発等の推進及びその成果の普及に努めなければならない。

(知識の普及等)

第五十五条 国及び地方公共団体は、事故由来放射性物質による環境の汚染への対処に関する施策に関し、国民の理解と協力を得るため、事故由来放射性物質による環境の汚染が人の健康又は生活環境に及ぼす影響及びその影響を低減するための方策に関する知識の普及及び情報の提供に努めなければならない。

(目的)

第一条 この法律は、平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故（以下本則において単に「事故」という。）により当該原子力発電所から放出された放射性物質（以下「事故由来放射性物質」という。）による環境の汚染が生じていることに鑑み、事故由来放射性物質による環境の汚染への対処に関し、国、地方公共団体、原子力事業者及び国民の責務を明らかにするとともに、国、地方公共団体、関係原子力事業者等が講ずべき措置について定めること等により、事故由来放射性物質による環境の汚染が人の健康又は生活環境に及ぼす影響を速やかに低減することを目的とする。

第二条 この法律において「原子力事業者」とは、原子力災害対策特別措置法（平成十一年法律第百五十六号）第二条第三号に規定する原子力事業者をいい、「関係原子力事業者」とは、事故由来放射性物質を放出した原子力事業者をいう。

2 この法律において「廃棄物」とは、ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不燃物であって、固形状又は液状のもの（土壌を除く。）をいう。

3 この法律において「土壌等の除染等の措置」とは、事故由来放射性物質により汚染された土壌、草木、工作物等について講ずる当該汚染に係る土壌、落葉及び落枝、水路等に堆積した汚泥等の除去、当該汚染の拡散の防止その他の措置をいう。

4 この法律において「除去土壌」とは、第二十五条第一項に規定する除染特別地域又は第三十五条第一項に規定する除染実施区域に係る土壌等の除染等の措置に伴い生じた土壌をいう。

5 この法律において「水道事業者」又は「水道用水供給事業者」とは、それぞれ水道法（昭和三十三年法律第七十七号）第三条第五項に規定する水道事業者又は水道用水供給事業者をいい、「水道施設」とは、同条第八項に規定する水道施設をいう。

6 この法律において「公共下水道」、「流域下水道」、「公共下水道管理者」、「発生汚泥等」及び「流域下水道管理者」の意義は、それぞれ下水道法（昭和三十三年法律第七十九号）第二条第三号及び第四

号、第四条第一項、第二十一条の二第一項並びに第二十五条の三第一項に規定する当該用語の意義による。

7 この法律において「工業用水道事業者」とは、工業用水道事業法（昭和三十三年法律第八十四号）第二条第五項に規定する工業用水道事業者をいい、「工業用水道施設」とは、同条第六項に規定する工業用水道施設をいう。

8 この法律において「一般廃棄物」、「特別管理一般廃棄物」、「産業廃棄物」、「特別管理産業廃棄物」、「一般廃棄物処理基準」、「特別管理一般廃棄物処理基準」、「一般廃棄物処理施設」、「産業廃棄物処理基準」、「特別管理産業廃棄物処理基準」及び「産業廃棄物処理施設」の意義は、それぞれ廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和四十五年法律第百三十七号。以下「廃棄物処理法」という。）第二条第二項から第五項まで、第六条の二第二項及び第三項、第八条第一項、第十二条第一項、第十二条の二第一項並びに第十五条第一項に規定する当該用語の意義による。

9 この法律において「農用地」とは、耕作の目的又は主として家畜の放牧の目的若しくは養畜の業務のための採草の目的に供される土地をいう。

<以上>

III 別添資料

“阿部効果”を用いる方法（N法：ナノ銀法）とは？＜再掲＞

ナノ銀（4～5nm）と汚染物質内の放射性セシウムとを接触させることで、放射性セシウム：Cs-134、Cs-137の線量を低減させる方法。

＜推測：特異的な物性を持つナノ銀（資料[III] 参照）が、ある種のLENR*により、これらを別な安定元素に変換させていると思われる：LENR*：資料[1] p.3*注参照＞

汚染水処理：セシウムを含有する水（含むゴミなど）を、ナノ銀担持骨炭&白御影石を濾材にした濾過装置を通してセシウムを濾材に移すことで、水のセシウム含有量を十分に低減させるとともに、濾材に移ったセシウムをナノ銀の働きで低減化する。

汚染土壌処理：セシウムを含有する土壌に、ナノ銀担持コラーゲンあるいはタルク水を適量散布攪拌して放射性セシウムをナノ銀の働きで直接低減化する。

<1> 汚染水処理の実績/実験

◎郡山での実践：保育園屋根の除染工事と共同 高圧水洗浄後に回収された洗浄水の一部を、ナノ銀担持骨炭+白御影石を濾材にした濾過装置で処理したところ、汚染水は初期線量から1/10にまで低下した。すなわち、ナノ銀担持骨炭+白御影石を濾材にした4段濾過装置（愛称：ルーシー）が汚染水からセシウム含有成分を除去する能力を有することが、各段階で採取された水をゲルマニウム検出器測定（専門業者測定）により以下の通り確認されている。すなわち、除染現場で実証された。

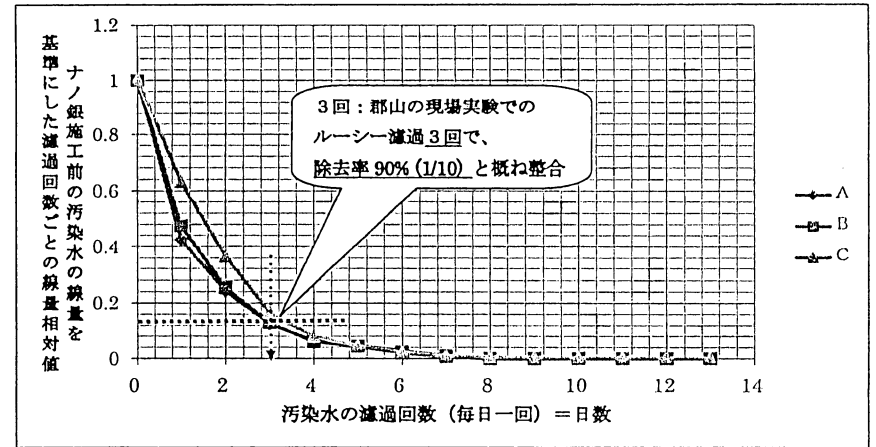
＜郡山除染汚染水処理 作業日2011-12-10： 中外テクノス報告書より抜粋＞

	試料入手日時	試料測定日	Cs-134(Bq/L)	Cs-137(Bq/L)
原水（サンプル）	2011/12/14	2011/12/15	13300	18800
1回目処理水（サンプル）	2011/12/14	2011/12/15	1840	2490
2回目処理水（サンプル）	2011/12/14	2011/12/15	1350	1910
3回目処理水（サンプル）	2011/12/14	2011/12/15	1340	1830

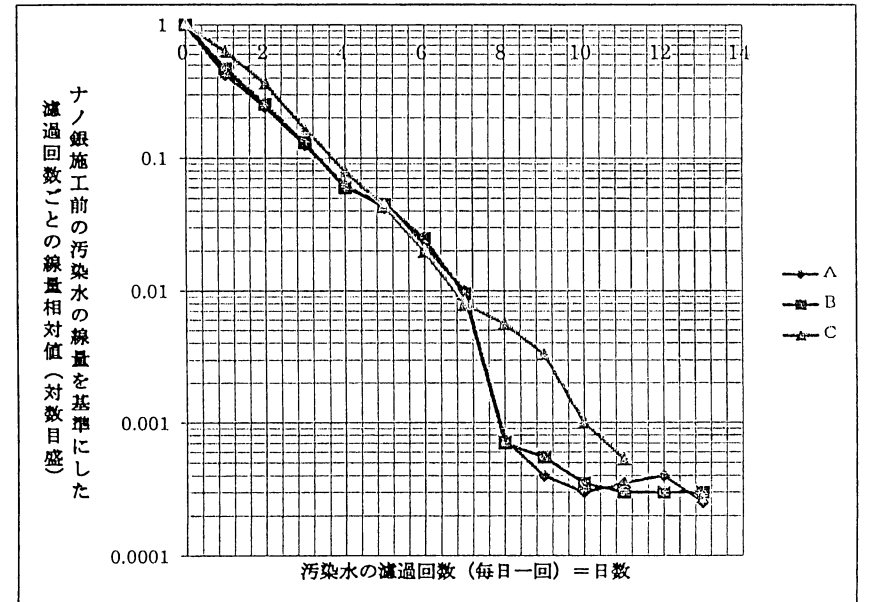
<これ以上の回数での濾過処理は時間制約によりやっていない>

一方、実験室規模では：

◎汚染水のセシウムの除去率は？ 上に先立つ2011年の8月～秋にかけて阿部らが**大熊町**の家庭井戸水を使って行い、簡易型濾過装置で取り除く効果検証測定では、10回から12回の濾過を繰り返し、その結果、線量値はほぼ指数関数の傾向で減衰し、十分に低い線量まで除去されていることが確認されている。<次頁附1図/附2図参照>



附図1 A：ナノ純銀粒子担持骨炭及び白御影石で濾過、B：ナノ純銀粒子担持骨炭で濾過、C：ナノ純銀粒子担持骨炭及び白御影石で濾過。



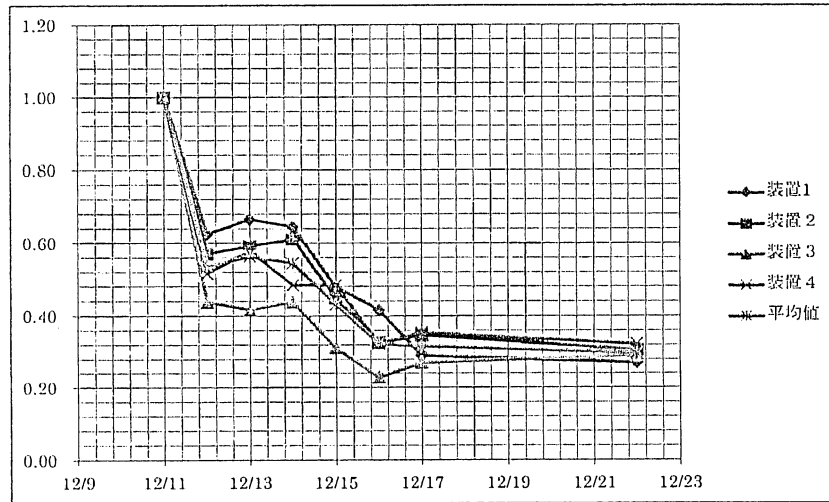
附図2 A：ナノ純銀粒子担持骨炭及び白御影石で濾過、B：ナノ純銀粒子担持骨炭で濾過、C：ナノ純銀粒子担持骨炭及び白御影石で濾過。 <附図1と同じデータ；対数目盛>

◎処理後の濾材の線量は？

上述の、郡山での実践：保育園屋根の除染工事で処理に用いた濾材の一部をホテル館で8日間測定したところ、全てはほぼ初期の50%以下に減衰した。例として、4段構成の濾過装置の2段目の濾材の線量変化は以下の通り。なお、各段の濾材の減衰変化の状況は附図3参照。

2011/12/11	12/12	12/13	12/14	12/15	12/16	12/17	12/22	2012/9/27
0.56	0.35	0.36	0.37	0.29	0.23	0.24	0.22 <終了>	0.19*

◎K E K研究会での発表論文のA、B試料実験はこの種の追試である。



附図3 汚染水処理後の濾材の線量をホテル館で8日間測定した各段（装置番号）の濾材の線量変化状況。

附図3を見る時、注意すべきは、郡山での作業日が12/10であり、濾材は既にこの日に汚染水と接触していたことになる。上記の各数値は12/11にホテル館に運んでからのデータであり、12/10作業直後の線量はもっと高いはずである。また、BGが測定されていないので、差し引いてはいない。こうしたことを考慮すると、実際の減衰率はもっと高いものと思われる。

岩崎コメント： これまでの経験から、これらを例えばナノ銀コーゲンの追加処理で1/10以下に低下させることは不可能ではない。

<2> 汚染土壌処理の実績/実験

◎ホテル館の周辺の土壌、特に、軒下の雨水のたまる所を中心に、ナノ銀（4～5nm）を担持させたコーゲンを散布したところ十分に線量が低下した。

K E K研究会での発表論文のC試料実験はこの種の追試である。

◎2011年の6月～秋にかけて阿部らがナノ銀を使って試行した3汚染土壌線量の低減実験における線量計で測った経時変化の代表的数値（線量計の読み： μ Sv/kg、ただし、絶対値の大きさとしてはあまり意味がない）はおおよそ以下の通りで、全データは附図3と附図4（対数目盛）に示した。

<1> ホテル館敷地雨樋下の土 + ナノ純銀粒子担持コーゲン水（20ppm）を散布

5/1 0.840；5/5 0.421；5/8 0.365；5/10 0.321；5/15 0.211，

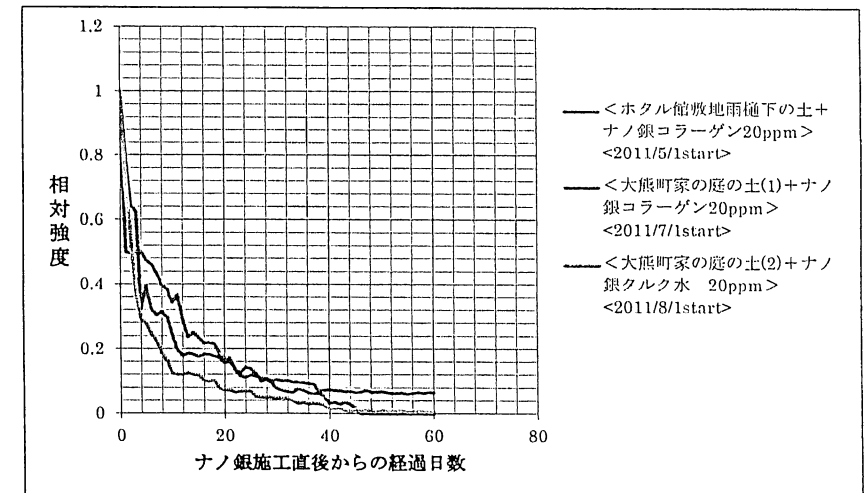
5/20 0.155；5/25 0.093；6/1 0.085；6/15 0.055；6/30 0.054 (end)。

<2> 大熊町家の庭の土(1) + ナノ純銀粒子担持コーゲン（20ppm）を散布

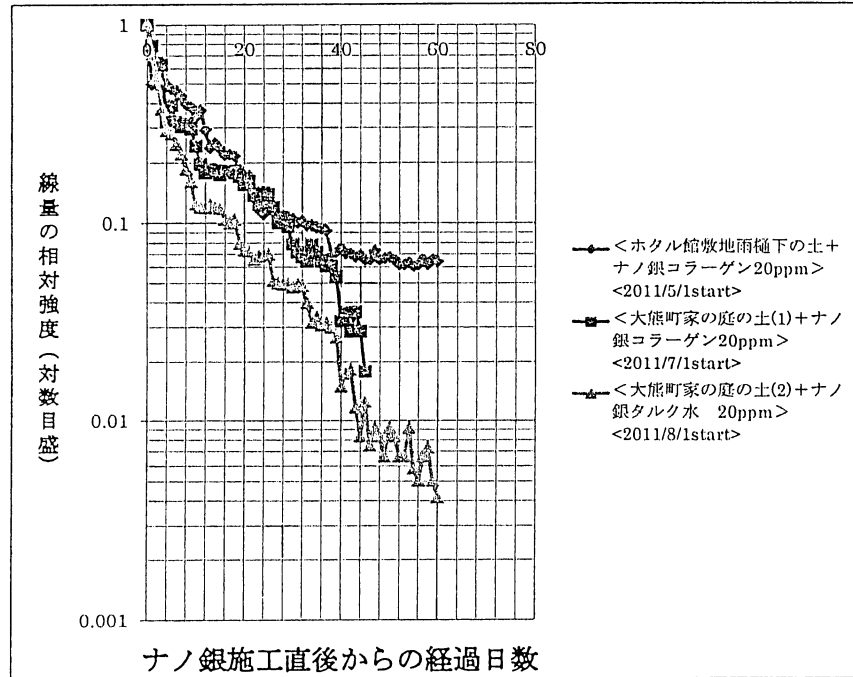
7/1 0.280；7/15 0.051；8/1 0.020；8/15 0.005 (end)；

<3> 大熊町家の庭の土(2) + ナノ純銀粒子担持タルク水（20ppm）を散布

8/1 1.200；8/15 0.145；9/1 0.059；9/15 0.015；9/30 0.005



附図4 2011年度のホテル館での三汚染土壌線量のナノ銀施工による低減実験の測定結果。



附図5 2011年度のホテル館での土壌線量のナノ銀施工による低減実験の測定結果 (前図と同じデータ) <注意: 縦軸対数目盛>。

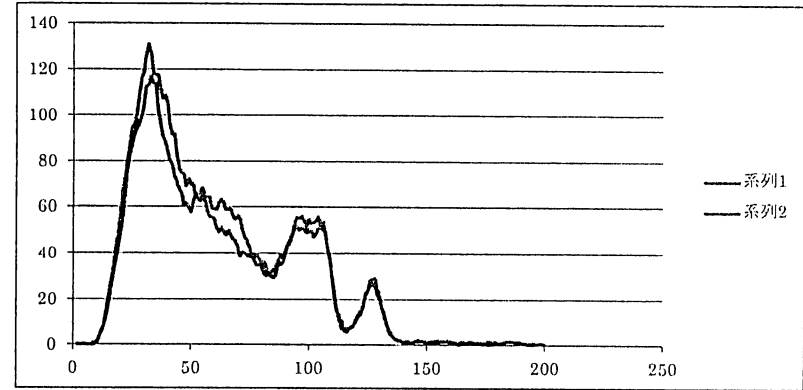
◎岩崎のコメント: 特にホテル館での初期の計測で得られた諸データ(水での汚染除去率やナノ銀担持コーラーゲンによる土壌線量の減弱数値が、対数目盛でほぼ直線に近い傾向を示したことは、化学でいうところの「一次反応」と見なすことができる。相当に「理想的な反応系」だったと言える。一方、2012年秋以降の一連の実験では、対数目盛でほぼ直線に近い傾向とあまり変化しない傾向が混在している。理由はいろいろあり得るが、何らかの要素で「理想的な反応系」からずれているものと推測する。現実の世界は、相当な「複雑系」なので、「理想的な反応系」からずれていることは十分にあり得る事に注意したい。

◎大熊町土壌の現場での減衰実験事例(平成24年9月19日(水)午後)

土壌試料採取: 移動車を止め、夫沢長者原東霊園前の林間舗装道路の左脇1m程奥に入った個所で阿部が採取。電子天秤を下に置き、その上にU9容器を置き、蓋を開け、小さなスコップで表土を少しずつ採取しながら、容器に入れていき、大体正味が約30gになったところで止めた。そのまま蓋をし、次の採取場所に移動。一連の作業終了後、計測のために線量の低い坂下ダム地域に移動した。阿部グル

ープの坂本が手袋をしたまま手の指でU9の中の土壌を押し平らにした。厚さ約10mm。そのまま、「直置き」の配置で、鉛遮蔽箱の中で測定を開始。被曝線量に伴う滞在時間の制限があるので計測時間は一回10分と限られた。ナノ銀コーラーゲン施行は、時間制限があるので噴霧器で土の上から全体が滲みる程度に20ppmのナノ銀担持コーラーゲンを噴霧しただけで、攪拌操作はなし。噴霧からおそらく数分以内(最大でも5分以内)に計測を開始した。同様に、被曝線量ともなう滞在時間の制限があるので計測時間は一回10分のみとした。また、バックグランドスペクトルも測定していない。

下図附図6にその時のスペクトルの変化を示す。



附図6 平成24年9月19日(水)午後実施した大熊町夫沢長者原東霊園前の林間舗装道路脇の表土30g(U9容器内)のナノ銀コーラーゲン施工減衰実験の施行前(系列1)と施工後(約数分後)(系列2)の直置き体系10分計測γ線スペクトルデータの比較。

附図6を見ると分かるように、明らかに、概ねスペクトルの全体が施工前(青)から施工後(赤)で低下している。

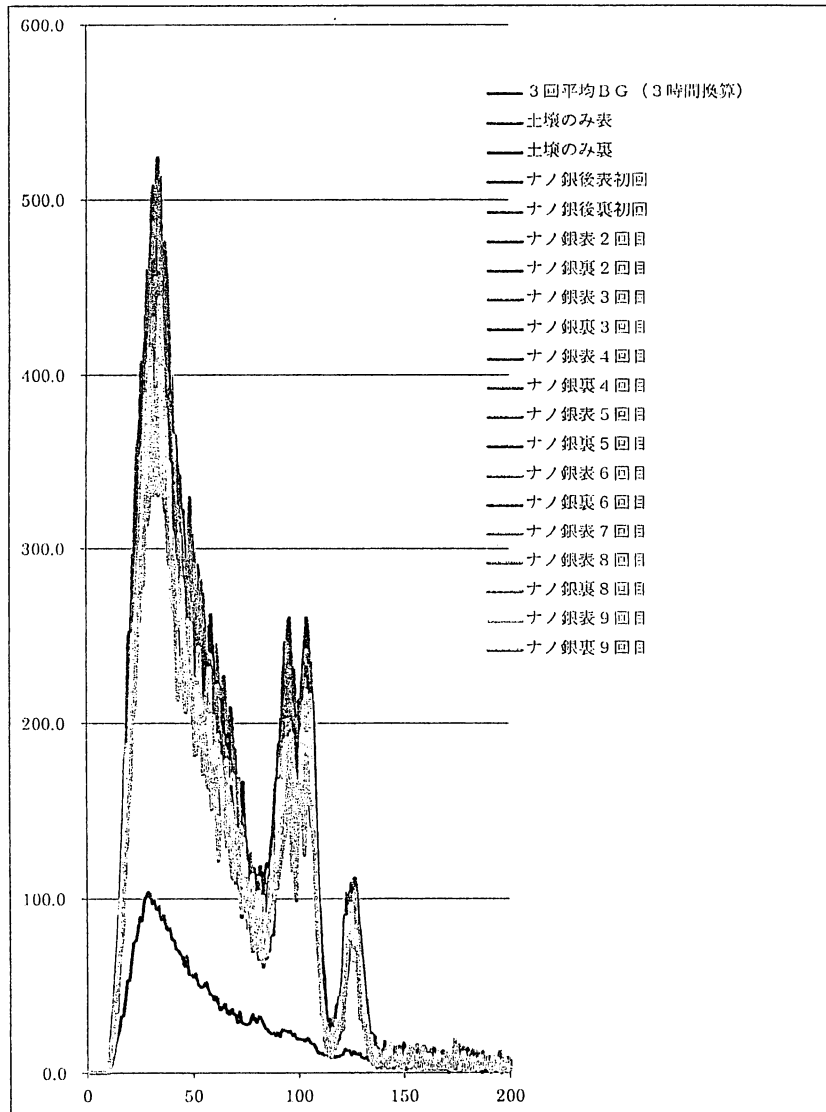
現在、

<1> 二本松市一般家庭土壌8.5g+ナノ純銀コーラーゲン液施工による放射性セシウム減弱測定「究極の体系: 薄型円盤・完全密閉・上下反転可能な容器を用いた試験」<KEK研究会で実施中と述べている体系の実験>: 次頁附図7に全体の結果を示す。なお、対照試料: 同じ採取土壌8.5g+ナノ純銀「非」担持コーラーゲン液施工試料では放射性崩壊が示す以上の変化はなし。試験期間: 開始2013年1月29日~2013年4月3日現在 測定継続中。

<2> 郡山市内一般家庭土壌50g試料+ナノ純銀コーラーゲン液施工による放射性セシウム減弱測定 in U9 容器密閉試料を用いた試験も継続中。開始2013年2月16日~2013年4月3日現在

<3> その他

KEK研究会で結果を紹介した体系の実験、等々の全てで低減現象を確認している。



附図7 二本松市一般家庭土壌8.5g+ナノ純銀コーラーゲン液施工による放射性セシウム減弱測定:

*究極の体系: 薄型円盤・完全密閉・上下反転(表/裏)可能な容器を用いた試験でのスペクトル集。

7回目は“表”だけの測定。

<別添資料以上>

あくまでも 「ナノ銀とは何か、その一般的特徴」を知るための参考資料 二つ

<1>ナノスケールセミナー「プラズモン励起による表面光化学反応の増強と単一分子分光」

http://www.issp.u-tokyo.ac.jp/cgi-bin/n1004_detail.cgi?c=society_table::645 東大物性研究所HPより

標題： ナノスケールセミナー「プラズモン励起による表面光化学反応の増強と単一分子分光」

日時： 2010年9月3日(金) 午後3:00~午後4:00 場所： 物性研究所本館6階 第5セミナー室 (AG15) 講師： 渡辺 量男 所属： 東京理科大学 理学部化学学科 准教授

要旨： **金属ナノ粒子**の光学的性質は、そのサイズと構造に強く依存することが知られており、なかでも電子の集団振動である**プラズモン**は、特有の共鳴と電場増強効果を示すことから注目されてきた。しかし、その表面で起こる光化学反応の**サイズ効果**や**プラズモン励起による増強効果**については、最近まで実験的研究はほとんどなかった[1]。・・・特に、**銀ナノ粒子**に吸着したNO二量体の光反応では、銀(111)面での結果に比べて**最大40倍以上のプラズモン増強効果**が見られた。・・・

<2>ナノ銀の特徴の説明くある米国メーカーのウェブサイトより抜粋： 2013-4-2

<http://www.sigmaaldrich.com/japan/materialscience/nano-materials/silver-nanoparticles.html>

Sigma-Aldrich:社

<注： N法で実績のあるナノ銀の粒子サイズは**4~5nm**であり、この社のカタログにはない>

Japan > 材料科学 > ナノ材料 > 銀ナノ粒子

- 製品一覧・ ライフサイエンス・ アナリティカル / クロマトグラフィー
- 化学・ 材料科学 o 材料科学製品一覧 o ナノ材料 o ナノ粒子 (ナノパウダー) o 金ナノ構造体 (金ナノロッド) o 金ナノ粒子：物性と応用 o 銀ナノ粒子
- o 高純度単層カーボンナノチューブ o 単層カーボンナノチューブ (SWCNT, SWNT) の特性評価
- o 単層カーボンナノチューブの構造と応用 (CoMoCAT®法) o カーボンナノファイバー (CNF) の物性と応用 o 水溶性フラーレン・ Small Gap フラーレン o 量子ドット o デンドリマー o デンドロンおよび超分岐ポリマー

はじめに

銀ナノ粒子は他の物質には見られない光学的、電気的、熱的特性をもち、太陽電池からセンサーにいたる幅広い製品で利用されています。これらの製品では導電性インクやペースト、充填剤に銀ナノ粒子が用いられており、その高い電気伝導率や安定性、低い焼結温度などの性質が利用されています。その他の用途には分子診断や光学デバイスがあり、これらはナノ材料の新規光学特性をうまく利用した事例です。一般的な用途として、**銀ナノ粒子を抗菌性コーティングに利用**することが増えており、いまや、多くの繊維やキーボード、創傷被覆材、生物医学デバイスには、細菌からの保護のために、銀イオンを低い濃度で持続的に放出する銀ナノ粒子が含まれています。

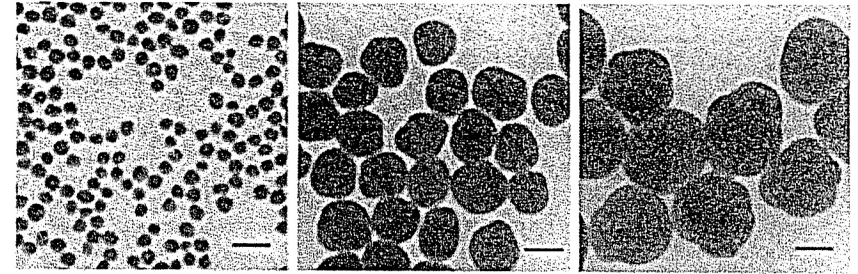


図1 銀ナノ粒子の透過電子顕微鏡 (TEM) 画像。左から直径 20 nm (730793)、60 nm (730815)、100 nm (730777)。バーの長さは 50 nm に相当します。

銀ナノ粒子を目的の用途に使用した際に、どのようにその大きさや形、表面や凝集状態が変化するかを理解することは、その性能を最適化するのに非常に重要となります。アルドリッチでは研究開発に最適な、凝集のない単分散銀ナノ粒子を販売しています (図 1)。粒径の確認には TEM や動的光散乱法 (DLS: dynamic light scattering) を使用し、その他にもゼータ電位測定や UV-Vis スペクトル分析によってその品質を確認しています。

銀ナノ粒子の光学特性

銀ナノ粒子は他の多くの色素や顔料と異なり、光の吸収や散乱が極めて効率的であり、粒子の大きさや形状に応じて色を持ちます。光と銀ナノ粒子との強い関係は、特定の波長の光で励起された際に金属表面の伝導電子が集団的な振動を起こすためです (図 2 左)。表面プラズモン共鳴 (SPR: surface plasmon resonance) として知られるこの振動は、通常にはない散乱や吸収特性の原因となります。実際、**銀ナノ粒子は物理的断面積の 10 倍**までの有効な消光 (散乱+吸収) 断面積を示します。強い散乱断面積は、100 nm 以下のナノ粒子でも一般的な顕微鏡で容易に確認することが可能です。**60 nm の銀ナノ粒子**に白色光を

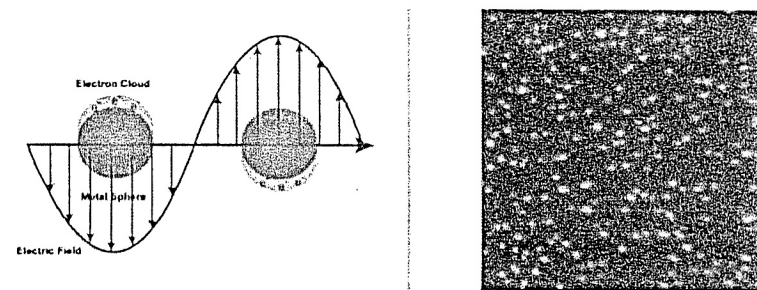


図2 (左) 照射光の特定の波長との強いカップリングによって、金属ナノ粒子の自由電子が振動を起こす現象を表面プラズモン共鳴と呼びます。(右) 60 nm 銀ナノ粒子 (730815) の暗視野顕微鏡写真。

照射した場合、暗視野顕微鏡で明るい青色の散乱を見ることが出来ます(図 2 右)。SPR によるこの明るい青色の波長のピークは 450 nm です。また、球状の銀ナノ粒子に特徴的な性質として、粒径や表面近傍の局所的な屈折率を変えることで、この SPR のピーク波長を 400(紫)~530(緑) nm に調整できる点があげられます。さらに、ロッドや板状の銀ナノ粒子であれば、SPR ピーク波長を赤外域まで大きくシフトさせることも可能です。

銀ナノ粒子の特性評価

金属ナノ粒子の大きさや形は、一般的には TEM や走査型電子顕微鏡 (SEM)、原子間力顕微鏡 (AFM) などの方法を用いて測定します。粒子の凝集状態の測定には DLS やディスク遠心沈降法 (analytical disc centrifugation) などの方法で、溶液中の粒子の有効サイズを測定します。また一方で、銀ナノ粒子に特有の光学的性質によって、ナノ粒子の物理的状態についての非常に多くの情報を、溶液中の銀ナノ粒子のスペクトル分析から得ることができます。図 3 左に銀ナノ粒子のスペクトルと直径との関係を示しました。直径が大きくなるにつれ、プラズモン吸収のピークが長波長側にシフトし、ブロードになります。直径が 80 nm を超えると、メインピークより短波長側に 2 次ピークが見られるようになります。この 2 次ピークは四極子共鳴によるものであり、双極子共鳴とは異なる電子振動パターンを持ちます。ピーク波長やピーク幅、2 次共鳴効果は、特定の粒径や形のプラズモンナノ粒子に特有の分光学的特徴として現れます。さらに、UV-Vis スペクトルからは時間と共にナノ粒子がどのように変化するかを観測することが出来ます。銀ナノ粒子が凝集すると、金属粒子は電気的にカップリングするようになり、個々の粒子とは異なる SPR を示します。複数のナノ粒子が凝集した場合は、プラズモン共鳴は個々のナノ粒子の共鳴よりもより長波長にレッドシフトするため、粒子の凝集は赤の可視域もしくは赤外領域のスペクトル強度の増加として観測されます。この効果は図 3 右のスペクトルに見られており、塩類を加えたことによって銀ナノ粒子溶液が非安定化されたことを光学的応答によって確認することが出来ます。銀ナノ粒子の UV-Vis スペクトルを時間経過と共に注意深く観測することは、ナノ粒子の凝集が起きているかどうかを判断するのに有効な方法です。

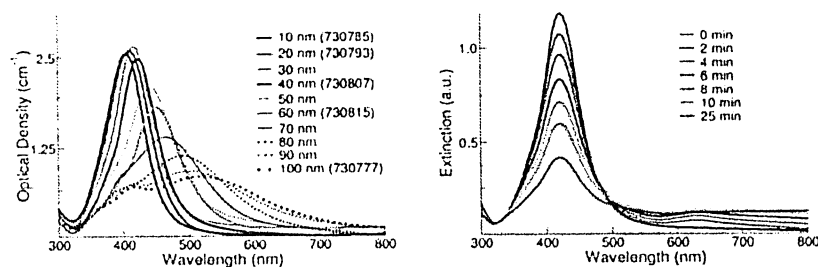


図 3 (左) 銀ナノ粒子溶液 (直径: 10 ~ 100 nm、濃度: 0.02 mg/mL) の消光(散乱+吸収)スペクトル。(右) 塩溶液を加えた後の、銀ナノ粒子の消光 (extinction: 減光、消失) スペクトルの推移。

凝集していない銀ナノ粒子溶液については、そのスペクトル形状が調製したばかりの懸濁液のものと同

じである場合、UV-Vis スペクトルを用いてナノ粒子の濃度を定量することが可能です。銀ナノ粒子溶液の濃度は Lambert-Beer の法則によって計算され、光学濃度 (OD: optical density, 溶液を透過した光の量の尺度) と濃度に関連します。OD と濃度は比例するため、ナノ粒子溶液の定量に用いることが可能です。

銀ナノ粒子の表面化学

ナノ粒子が溶液中に存在する場合、ナノ粒子表面には粒子を安定化させ凝集を防ぐ電気二重層が形成されます。アルドリッチでは希薄クエン酸緩衝溶液中に分散させた銀ナノ粒子を取り扱っており、ナノ粒子表面にはクエン酸が弱く結合しています。クエン酸化合物を用いたのは、弱い結合のキャッピング剤であるために粒子が長期間安定であり、また、チオールやアミン、ポリマー、抗体、たんぱく質などのさまざまな化合物で置換することが容易であるためです。

銀ナノ粒子の応用例

銀ナノ粒子は数多くの技術で用いられており、その光学特性、導電性、抗菌性といった特長を利用した幅広い市販製品があります。

- ・ 診断薬: 定量的検出のための生物学的タグとして、バイオセンサーや多くの分析法で利用されています。
- ・ 抗菌: 衣服や靴、塗料、創傷被覆材、電化製品、化粧品、プラスチックなどに、その抗菌作用が利用されています。
- ・ 導電性: 導電性インクに用いられたり、熱的特性や電気伝導度の向上のために複合材料の成分として利用されています。
- ・ 光学性: 効率的な集光のために、また、金属増強蛍光 (MEF: metal-enhanced fluorescence) や表面増強ラマン散乱 (SERS: surface-enhanced Raman scattering) などの光学分光法の性能向上に用いられています。

ナノ毒性学 (Nanotoxicology) 研究における銀ナノ粒子

近年注目が集まっているのはナノ材料の物理的、化学的性質と環境や人体に対するその潜在的危険性との関係についての研究です。ナノ粒子の大きさや形、表面を精密に制御できると、ナノ粒子の性質とその毒性学的効果の間の相関関係をより理解することが出来るようになります。単分散で凝集していない、物理的、化学的な性質が正確に定義されたナノ粒子によって、初めて生体系や環境との相互作用についての研究が可能となります。最近では一般消費財に銀ナノ粒子が広く使われるようになったため、その安全性の確認と抗菌作用のメカニズムの理解についての国際的な取り組みが進んでいます。銀コロイドはその健康への効果が認められてこの数十年の間利用されていますが¹、環境に対する影響についての詳しい研究は始まったばかりです。初期の研究では、細胞や微生物への影響はナノ粒子表面からの低濃度の銀イオンの放出が主な要因であることが示されています²。イオン放出速度はナノ粒子の大きさ(粒径が小さいほど速い放出速度)や温度(より高温で溶解が促進)、酸素や硫黄、光への暴露などに影響されます。これまでの研究成果から、銀ナノ粒子の毒性は同量の銀塩化合物よりも非常に低いことがわかっています。 **銀ナノワイヤー<以下略>**