



受託研究報告書

株式会社中村・フクイヤ 御中

ナノダイヤモンド触媒による

新型コロナウイルスに対する不活化効果の評価



2020年12月25日

公立大学法人

奈良県立医科大学医学部

微生物感染症学講座



この度、御社との受託研究における標記の件につきまして、ご報告申し上げます。

記

1. 研究目的

ナノダイヤモンド触媒加工した材料による新型コロナウイルスの不活化効果を明らかにすること。

2. 試験品（いずれも 5cm 角にカット）

- UDD／ナノダイヤモンド触媒（ダイヤモンドマジックシリーズ NRC シリーズ）
（厚手）
- UDD／ナノダイヤモンド触媒（ダイヤモンドマジックシリーズ NRC シリーズ）
（薄手）
- UDD（ナノダイヤモンド）触媒 V-R シリーズ

3. 試験ウイルス：新型コロナウイルス（SARS-CoV-2; 2019-nCoV JPN/TY/WK-521 株）

新型コロナウイルスを VeroE6/TMPRSS2 細胞に感染させ、細胞変性効果が確認されたものを回収し、-80℃のフリーザーに凍結保存した。凍結融解を 2 回繰り返したものを遠心分離し、上清を限外濾過膜で濃縮・精製した。これを試験ウイルス液とし、試験まで-80℃ のフリーザーに凍結保存した。

なお、SARS-CoV-2 は国立感染症研究所より、VeroE6/TMPRSS2 細胞は国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所 JCRB 細胞バンクよりそれぞれ入手した。

4. 試験内容

- 試験方法として、JIS Z 2801（抗菌加工製品－抗菌性試験方法・抗菌効果）を参考に行った。
- 試験品に新型コロナウイルスを接種し、4cm 角のフィルムで被覆した。
- 試験片に対する作用時間は表 1 の通りとした。
- 作用時間後、SCDLP 培地などによってウイルスを回収した。
- 回収液を用いてウイルス感染価をプラーク法にて測定した。

表 1. 試験品に対する作用時間

試験品	作用時間						
	0分	3分	10分	30分	1時間	2時間	8時間
無加工品（コントロール）	○	○	○	○	○	○	○
NRC シリーズ（厚手）				○	○	○	○
NRC シリーズ（薄手）			○	○		○	○
V-R シリーズ		○	○	○	○	○	

○：測定 20 ポイント x 実施 2 回

不活化効果は以下のように算出した。

$$\begin{aligned} \text{不活化効果 (Mv)} &= \log(Ct/C_0) - \log(Nt/N_0) \\ &= \log Ct/Nt \end{aligned}$$

Ct: コントロール t 時間後の感染価

C₀: コントロール 0 時間後の感染価

Nt: 試験品 t 時間後の感染価

N₀: 試験品 0 時間後の感染価

減少率は対数減少値より次の通り算出した。

$$\text{減少率} = (1 - 1/10^{\text{対数減少値}}) \times 100\%$$

なお全試験は、本学内のバイオセーフティレベル 3 (BSL3) の実験施設において、適切な病原体封じ込め措置のもとに行なった。

5. 結果

結果を表 2~4 と図 1~4 に示した。

新型コロナウイルスを UDD/ナノダイヤモンド触媒（ダイヤモンドマジックシリーズ NRC シリーズ）に接触させると、ウイルスの感染価は徐々に減少し、 9.00×10^6 PFU/mL のウイルスが 8 時間後にそれぞれ 1.64×10^4 PFU/mL（減少率 99.478%）（厚手）、 6.88×10^3 PFU/mL（減少率 99.781%）（薄手）となった。一方、UDD（ナノダイヤモンド）触媒 V-R シリーズは 3 分で検出限界の $< 5.00 \times 10^2$ PFU/mL（減少率 $> 99.994\%$ ）へと感染価が減少した。

表 2. NRC シリーズ (厚手) によるウイルス感染価の推移

	0 分	30 分	1 時間	2 時間	8 時間
コントロール	9.00E+06	6.25E+06	5.45E+06	3.63E+06	3.15E+06
NRC シリーズ (厚手)	9.00E+06	1.14E+06	4.75E+05	5.13E+04	1.64E+04

検出限界値：<5.00E+01

表 3. NRC シリーズ (薄手) によるウイルス感染価の推移

	0 分	10 分	30 分	2 時間	8 時間
コントロール	9.00E+06	8.25E+06	6.25E+06	3.63E+06	3.15E+06
NRC シリーズ (薄手)	9.00E+06	7.13E+05	2.99E+05	3.38E+04	6.88E+03

表 4. V-R シリーズによるウイルス感染価の推移

	0 分	3 分	10 分	30 分	1 時間	2 時間
コントロール	9.00E+06	8.88E+06	8.25E+06	6.25E+06	5.45E+06	3.63E+06
V-R シリーズ	9.00E+06	<5.00E+02	<5.00E+02	<5.00E+02	<5.00E+02	<5.00E+02

検出限界値：<5.00E+02

表 5. NRC シリーズ (厚手) によるウイルスの不活化効果と減少率

	0 分	30 分	1 時間	2 時間	8 時間
不活化効果 (Mv)	-	0.74	1.06	1.85	2.28
減少率 (%)	-	81.800%	91.284%	98.586%	99.478%

減少率(%)は小数点第 4 位以下切り捨て

表 6. NRC シリーズ (薄手) によるウイルスの不活化効果と減少率

	0 分	10 分	30 分	2 時間	8 時間
不活化効果 (Mv)	-	1.06	1.32	2.03	2.66
減少率 (%)	-	91.363%	95.220%	99.068%	99.781%

減少率(%)は小数点第 4 位以下切り捨て

表 7. V-R シリーズによるウイルスの不活化効果と減少率

	0 分	3 分	10 分	30 分	1 時間	2 時間
不活化効果 (Mv)	-	4.25	4.22	4.10	4.04	3.86
減少率 (%)	-	>99.994%	>99.993%	>99.992%	>99.990%	>99.986%

減少率(%)は小数点第 4 位以下切り捨て

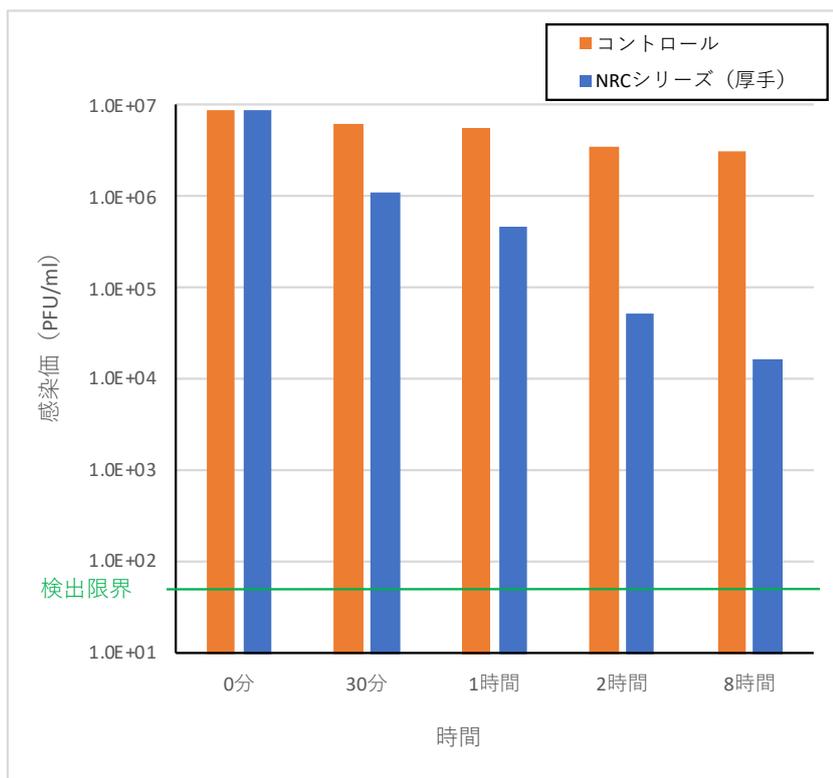


図1. NRCシリーズ (厚手) によるウイルス感染価の推移

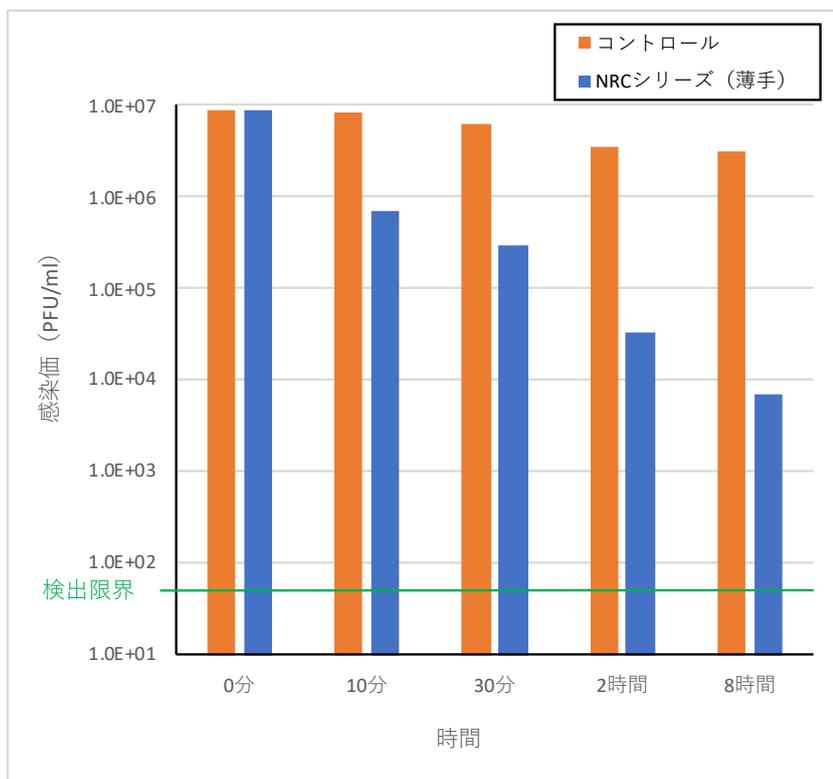


図2. NRCシリーズ (薄手) によるウイルス感染価の推移

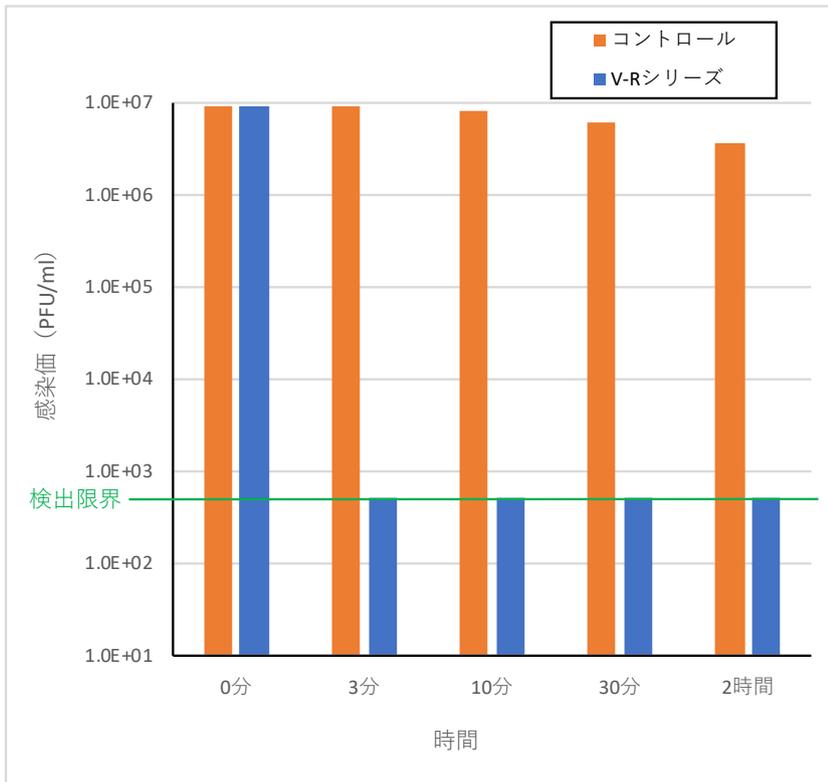


図3. V-R シリーズによるウイルス感染価の推移

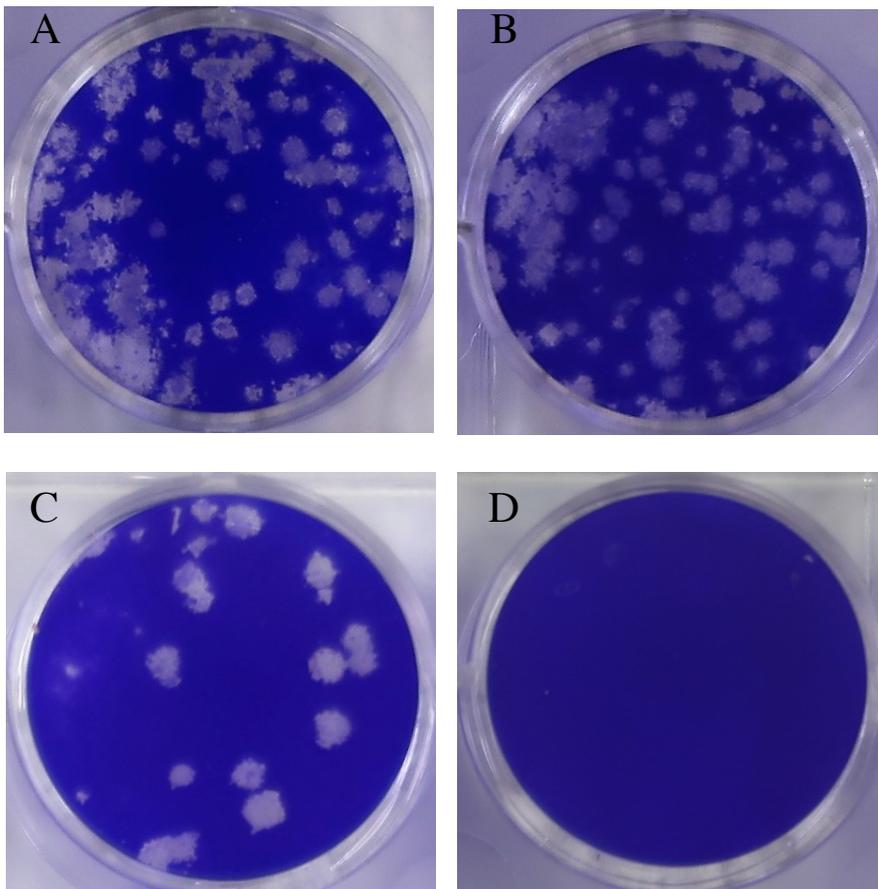


図4. プラーク法による感染価の測定 (A: コントロール 3 分、B: コントロール 8 時間、C: NRC シリーズ 8 時間、D: V-R シリーズ 3 分)

6. まとめ

本試験で使用した UDD／ナノダイヤモンド触媒（ダイヤモンドマジックシリーズ NRC シリーズ）は、新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）を徐々に不活化することが判明した。また、UDD（ナノダイヤモンド）触媒 V-R シリーズは速やかに不活化することができた。本試験品を使用することにより、物質の表面についての新型コロナウイルスによる接触感染防止に有効である可能性が考えられた。

なお、空間に浮遊するウイルスへの効果、人体への影響については検証を行っていない。

本試験結果は本報告書の通りであることを証明いたします。

公立大学法人
奈良県立医科大学医学部
微生物感染症学講座

