

エアフィルタにナノ粒子を添加する

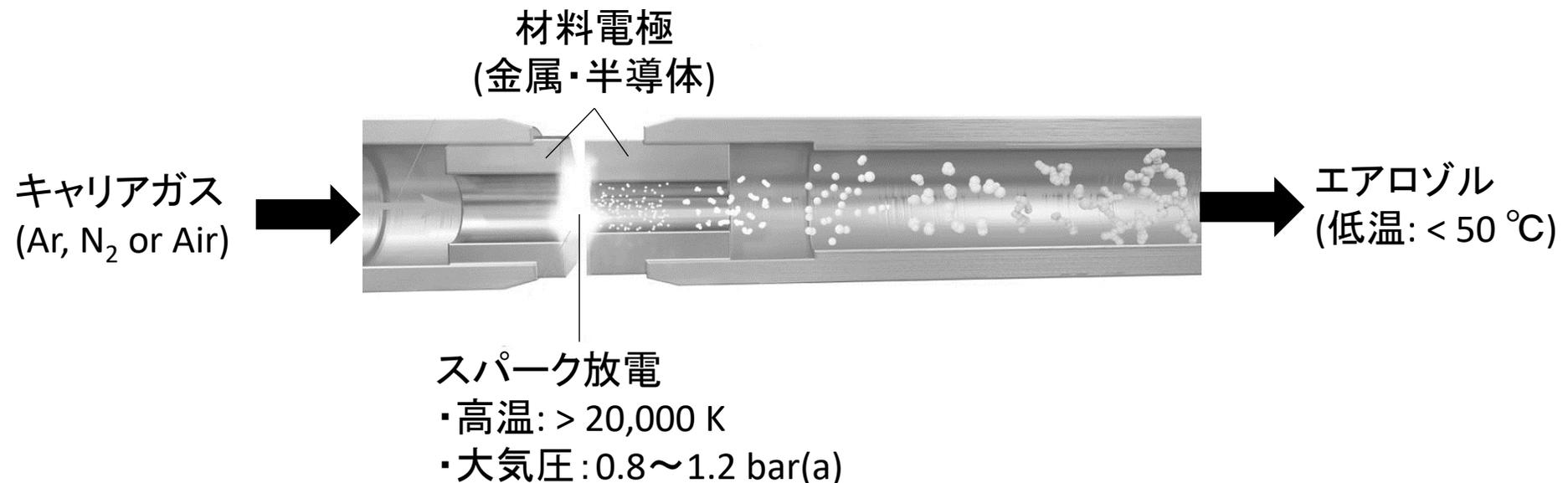
～ナノ粒子ジェネレーターVSP-G1を用いて～



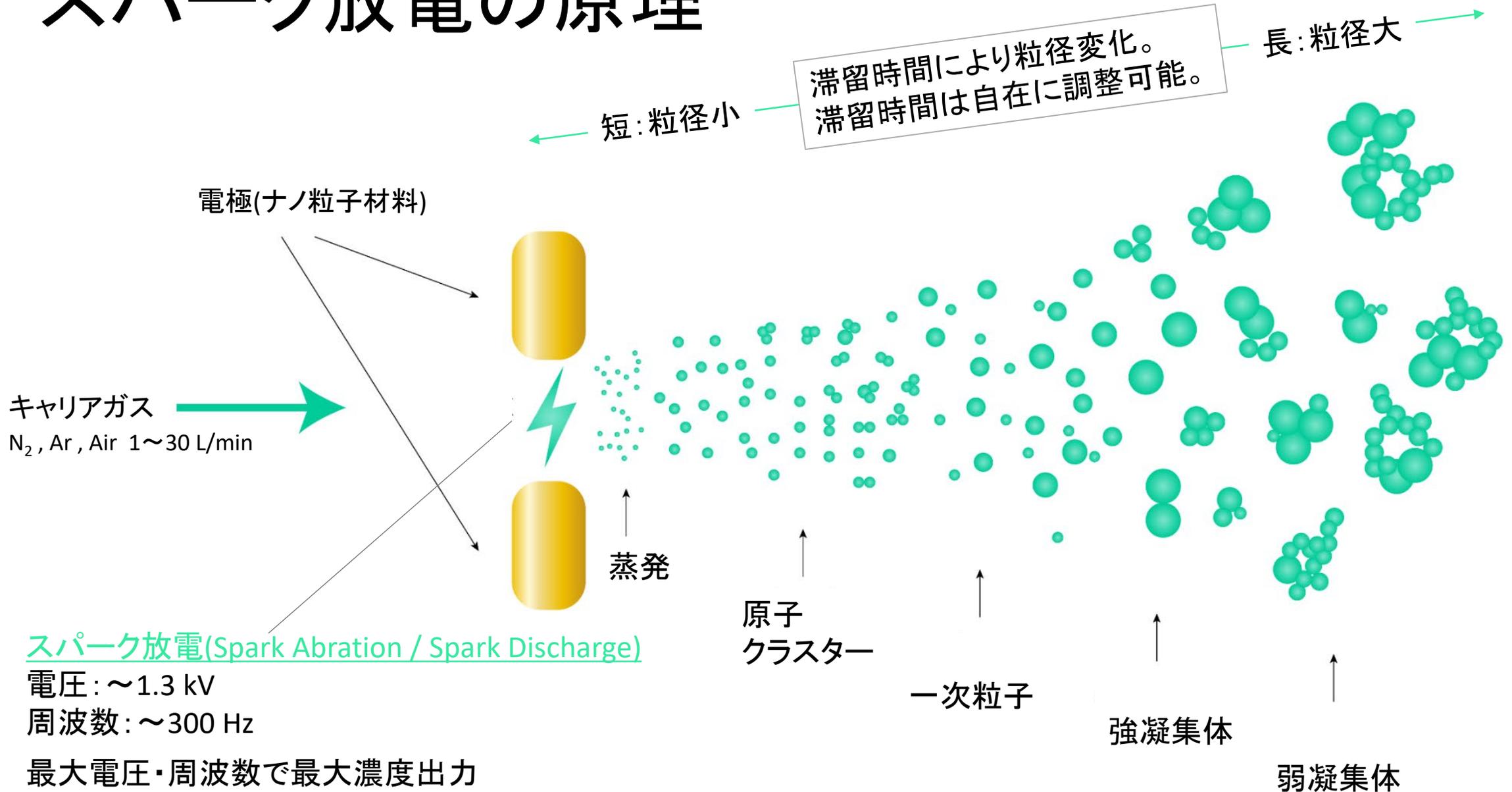
VSparticle

VSP-G1とは？

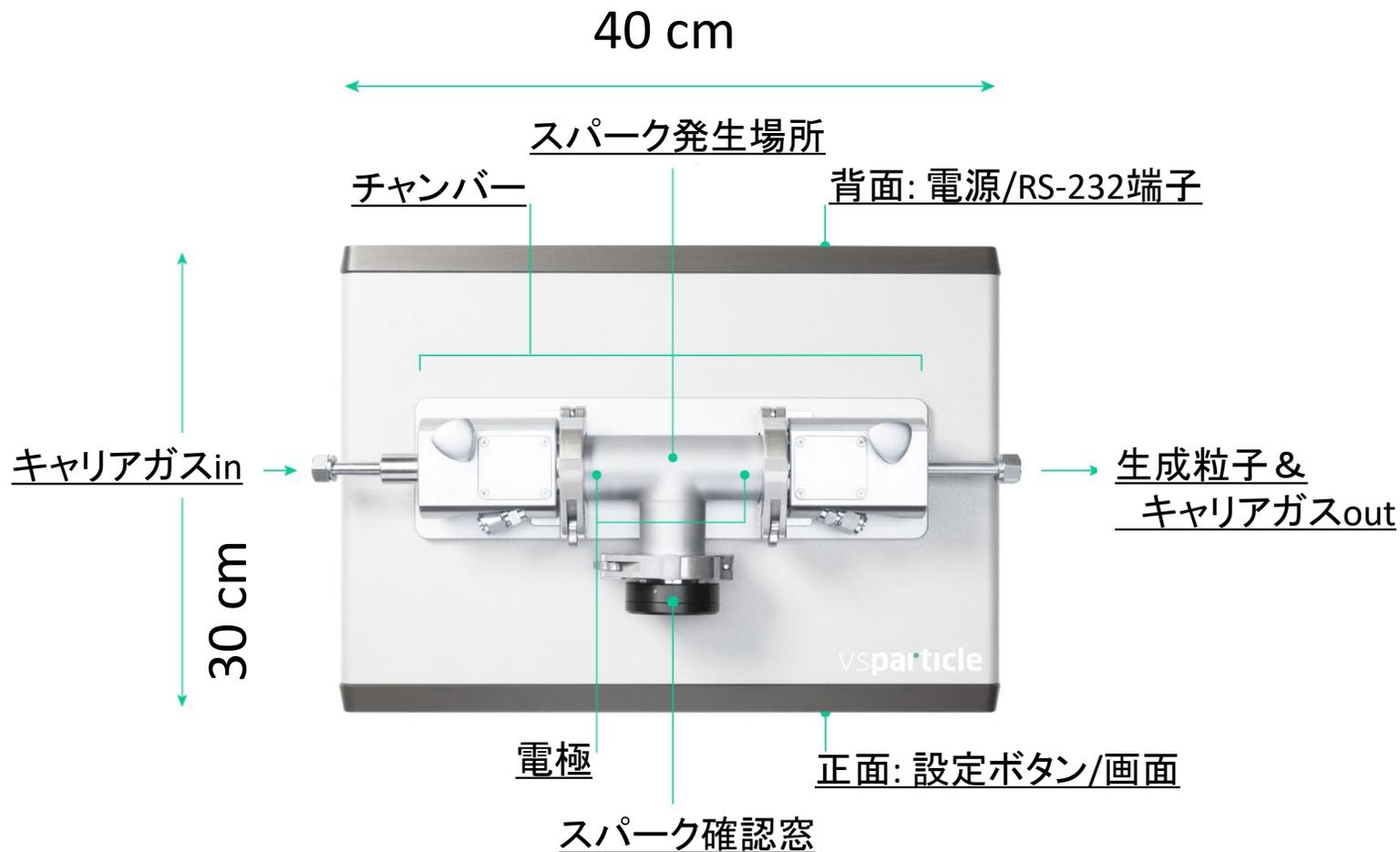
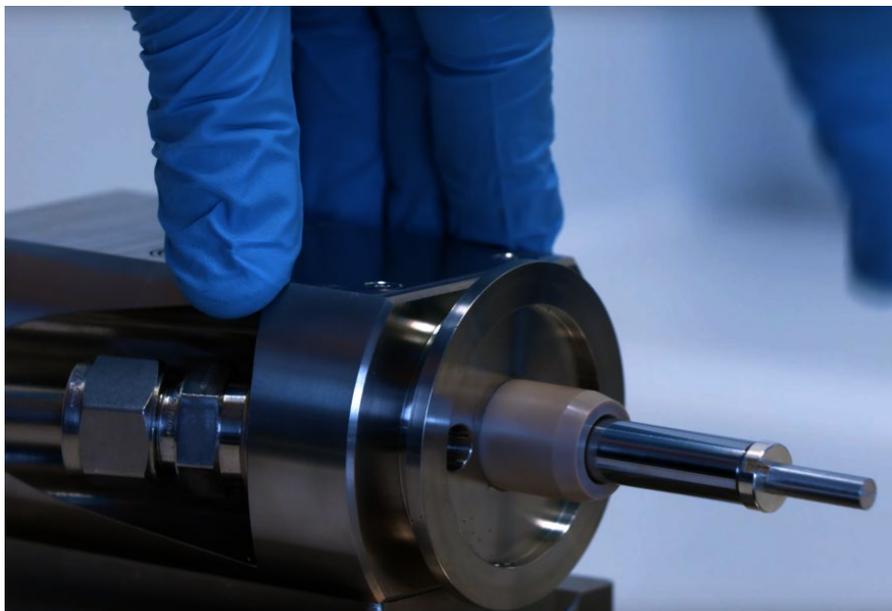
- スパーク放電(スパークアブレーション)法を用いたナノ粒子生成装置
- 卓上、100 V 15 A電源で使用可能※昇圧トランス使用(110 V)
- 1 atom～の超微粒子を最大100 mg/h ($\sim 10^{11}$ 個/cc)で生成
- 化学薬品不要で容易にナノ粒子の粒径や出力をコントロール
- 高い再現性、安定性



スパーク放電の原理



機器の構造



電極素材(ナノ粒子材料)

- 導電性を持つ素材で電極作成(オーダー)
- 固体の金属、ケイ素、炭素などが使用可能
- 合金やドーパ材の生成も可能
(Mg+Ti, Cu+Ni, Cr-Co, Au-Pd, Ag-Pdなど)
- キャリアガスにAirを用いることで、
酸化物ナノ粒子の生成も可能

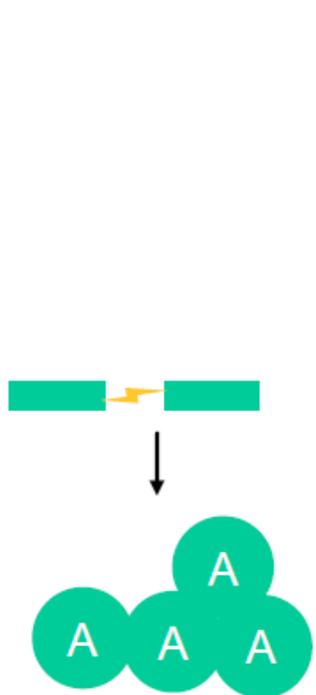


電極対応元素一覧

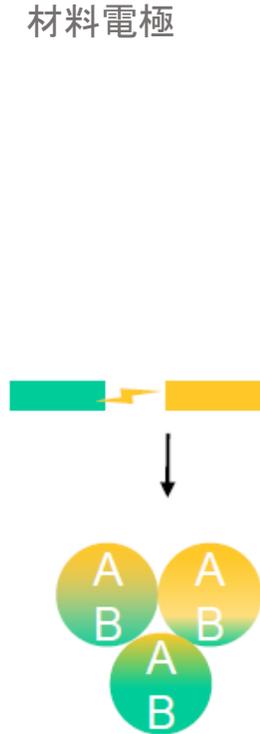
1 H Hydrogen 1.01																2 He Helium 4	
3 Li Lithium 6.94	4 Be Beryllium 9.01											5 B Boron 10.81	6 C Carbon 12.01	7 N Nitrogen 14.01	8 O Oxygen 16	9 F Fluorine 19	10 Ne Neon 20.18
11 Na Sodium 22.99	12 Mg Magnesium 24.3											13 Al Aluminum 26.98	14 Si Silicon 28.09	15 P Phosphor... 30.97	16 S Sulfur 32.06	17 Cl Chlorine 35.45	18 Ar Argon 39.1
19 K Potassium 39.95	20 Ca Calcium 40.08	21 Sc Scandium 44.96	22 Ti Titanium 47.87	23 V Vanadium 50.94	24 Cr Chromium 52	25 Mn Manganese 54.94	26 Fe Iron 55.84	27 Co Cobalt 58.69	28 Ni Nickel 58.93	29 Cu Copper 63.55	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.72	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.92	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.9	36 Kr Krypton 83.8
37 Rb Rubidium 85.47	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.91	40 Zr Zirconium 91.22	41 Nb Niobium 92.91	42 Mo Molybden... 95.94	43 Tc Technetium 98	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.91	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.87	48 Cd Cadmium 112.41	49 In Indium 114.82	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.76	52 Te Tellurium 126.9	53 I Iodine 127.6	54 Xe Xenon 131.29
55 Cs Cesium 132.91	56 Ba Barium 137.33	57-71 Lanthanoids	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.95	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.21	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.97	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.38	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium 209	85 At Astatine 210	86 Rn Radon 222
87 Fr Francium 223	88 Ra Radium 226	89-103 Actinoids	104 Rf Rutherfor... 262	105 Db Dubnium 262	106 Sg Seaborgiu... 264	107 Bh Bohrium 266	108 Hs Hassium 268	109 Mt Meitnerium 272	110 Ds Darmstad... 277	111 Rg Röntgium 0	112 Cn Copernici... 0	113 Nh Nihonium 0	114 Fl Flerovium 0	115 Mc Moscovium 0	116 Lv Livermori... 0	117 Ts Tennesine 0	118 Og Oganesson 0
Lanthanoids			57 La Lanthanum 138.91	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseody... 140.91	60 Nd Neodymiu... 144.24	61 Pm Promethiu... 145	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.96	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.93	66 Dy Dysprosiu... 162.5	67 Ho Holmium 164.93	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.97
			Actinoids			89 Ac Actinium 227	90 Th Thorium 231.04	91 Pa Protactini... 232.04	92 U Uranium 237	93 Np Neptunium 238.03	94 Pu Plutonium 243	95 Am Americium 244	96 Cm Curium 247	97 Bk Berkelium 247	98 Cf Californium 251	99 Es Einsteiniu... 252	100 Fm Fermium 257

材料電極は様々な組み合わせで利用可能

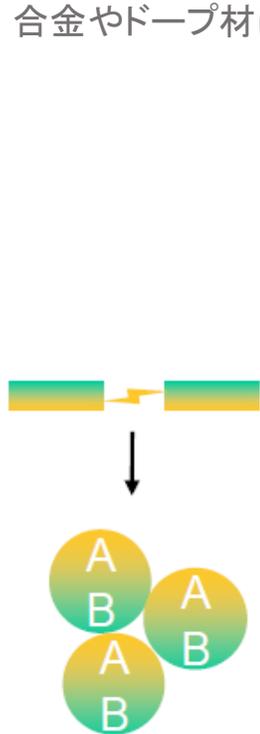
同一材料



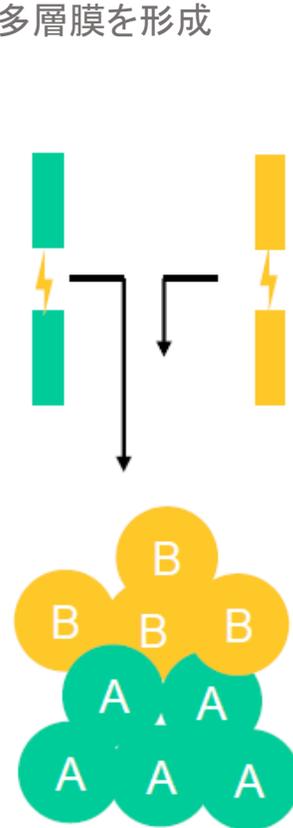
異なる2つの材料電極



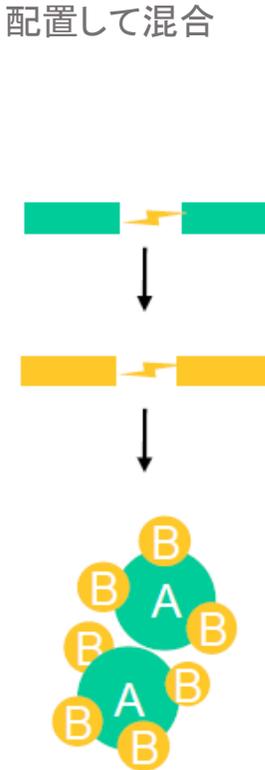
材料電極を合金やドーパ材に



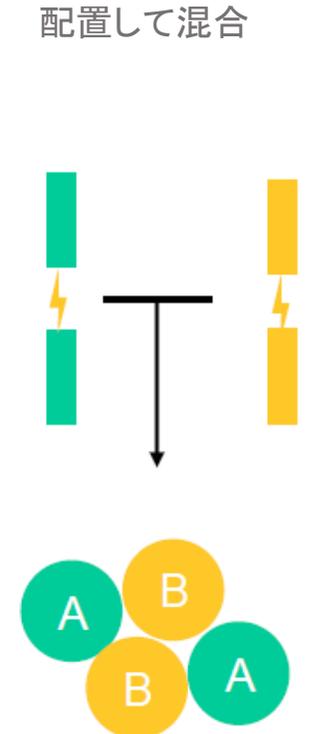
複数台を動作させ、多層膜を形成



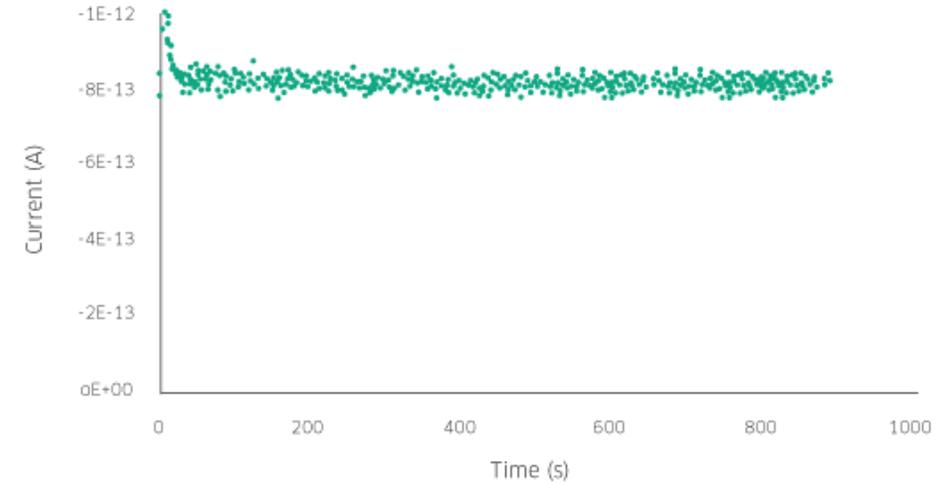
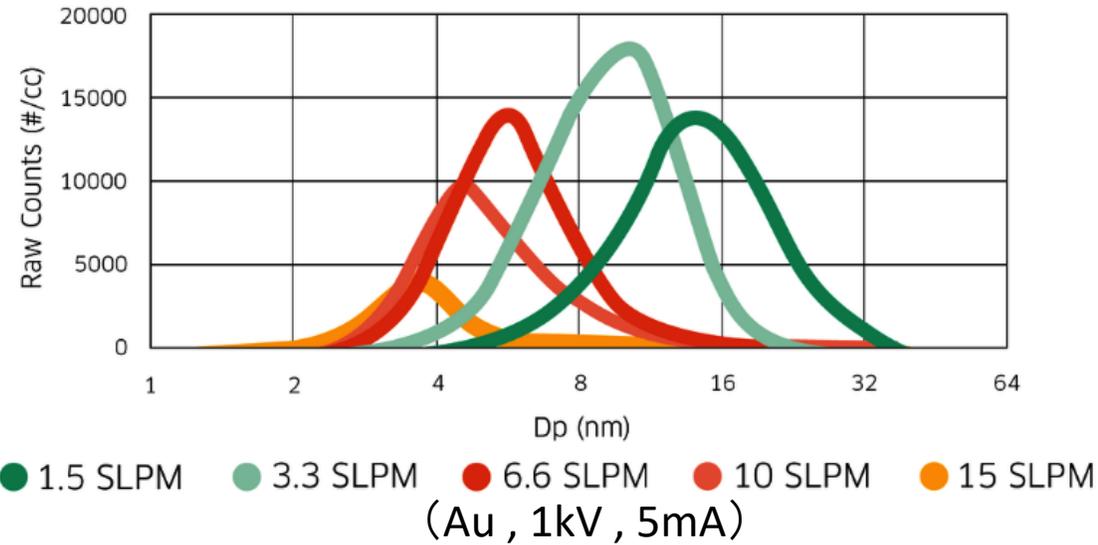
複数台を直列に配置して混合



複数台を並列に配置して混合



発生粒子径と安定性



キャリアガス流量による粒径分布の変化
 流量大 → 粒径ピーク小
 (SMPS※1による測定)

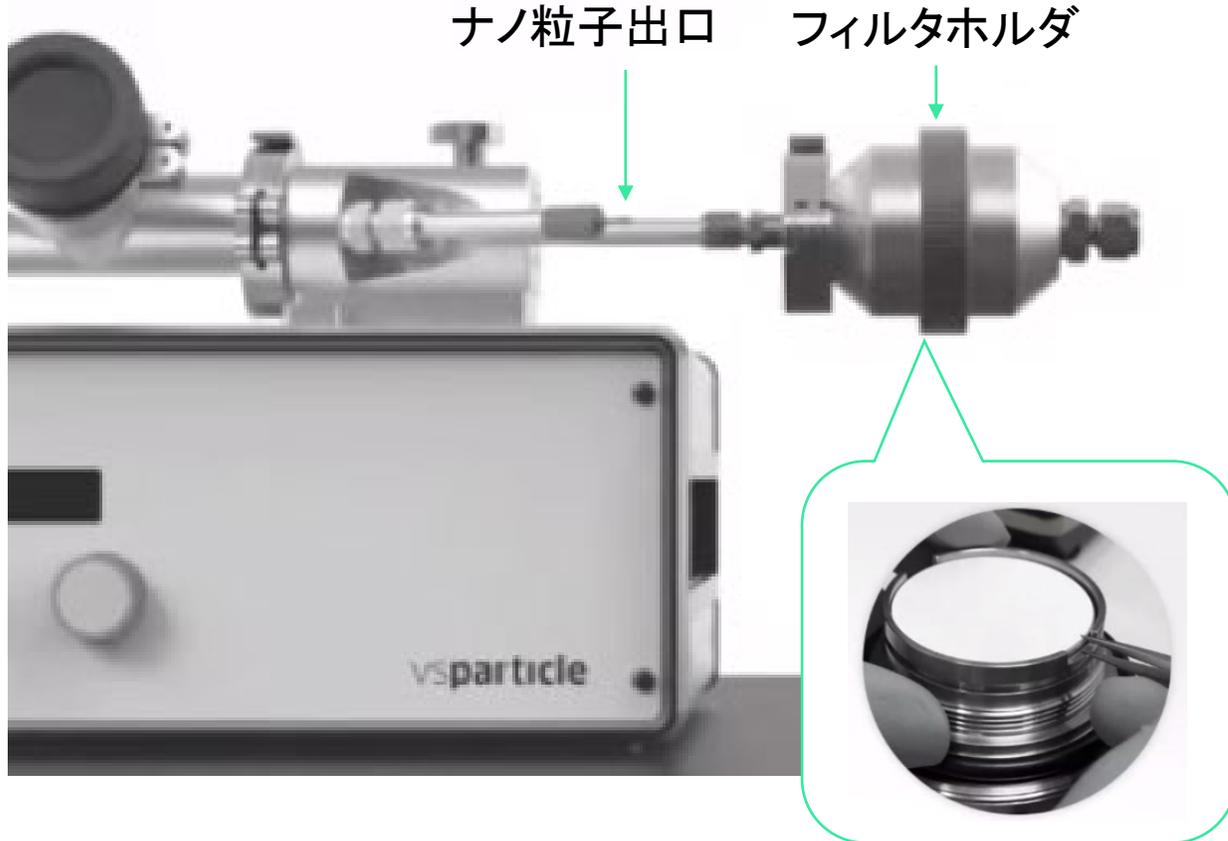
粒子生成の安定性
 (ファラデーカップエレクトロメーターによる測定)



生成したナノ粒子をフィルタにコーティング

フィルタホルダをVSP-G1に直結し、
キャリアガス中のナノ粒子をろ過捕集するだけで添加可能

VSP-G1
ナノ粒子出口 フィルタホルダ



フィルタホルダ

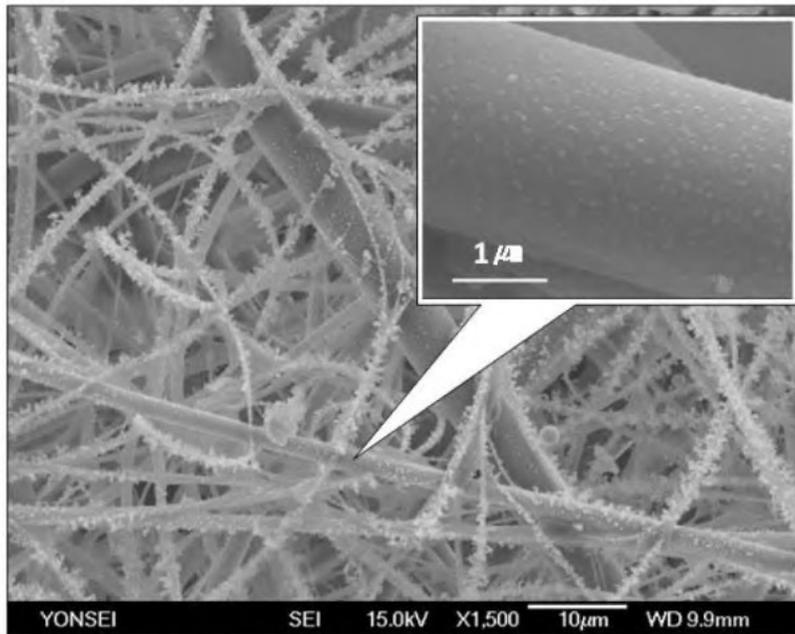
捕集材質: ガラス繊維、PTFE、金属メッシュ、
カーボンペーパーなど、
フィルタ状のもの
捕集寸法: $\phi 47$ mm
※その他寸法もご相談ください

静電分級器(DMA)用いて、単分散粒子化後の捕集も可能

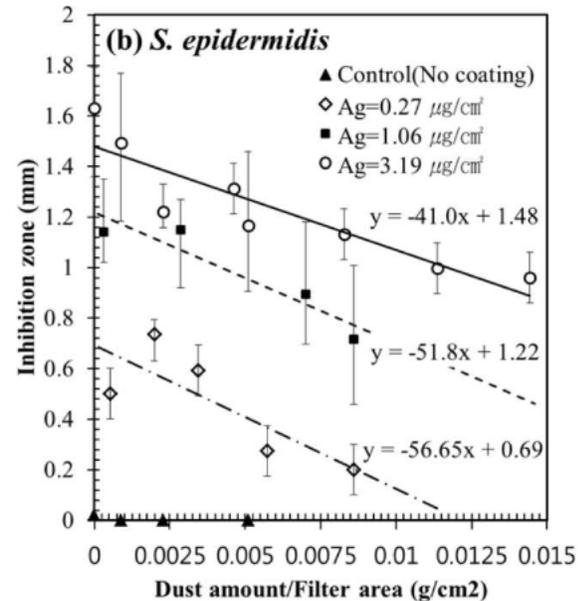


応用例1. HEPAに銀ナノ粒子コーティング(抗菌用)

- ・ フィルターで捕集されたダストはバクテリアの栄養素として作用することがある
- ・ 銀はバクテリアの繁殖を抑制する



ダストを含まない銀ナノ粒子添加HEPAフィルターのFESEM画像(コーティング時間は60分)



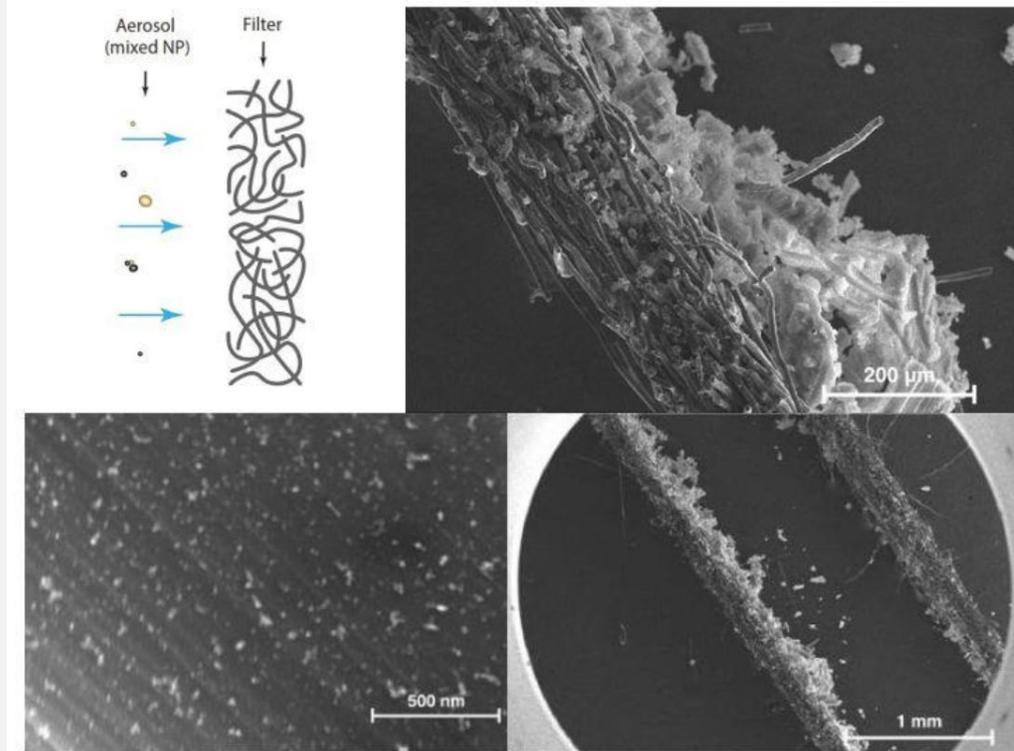
Yun Haeng Joe, Wei Ju, Jae Hong Park, Young Hun Yoon, and Jungho Hwang. Correlation between the antibacterial ability of silver nanoparticle coated air filters and the dust loading. *Aerosol and Air Quality Research*, 13(3):1009–1018, 2013.

Agナノ粒子の添加量が多いほど、抗菌活性が高くなる。
フィルタ上のダスト堆積量が増えるほど、抗菌活性は低下する。

応用例2.

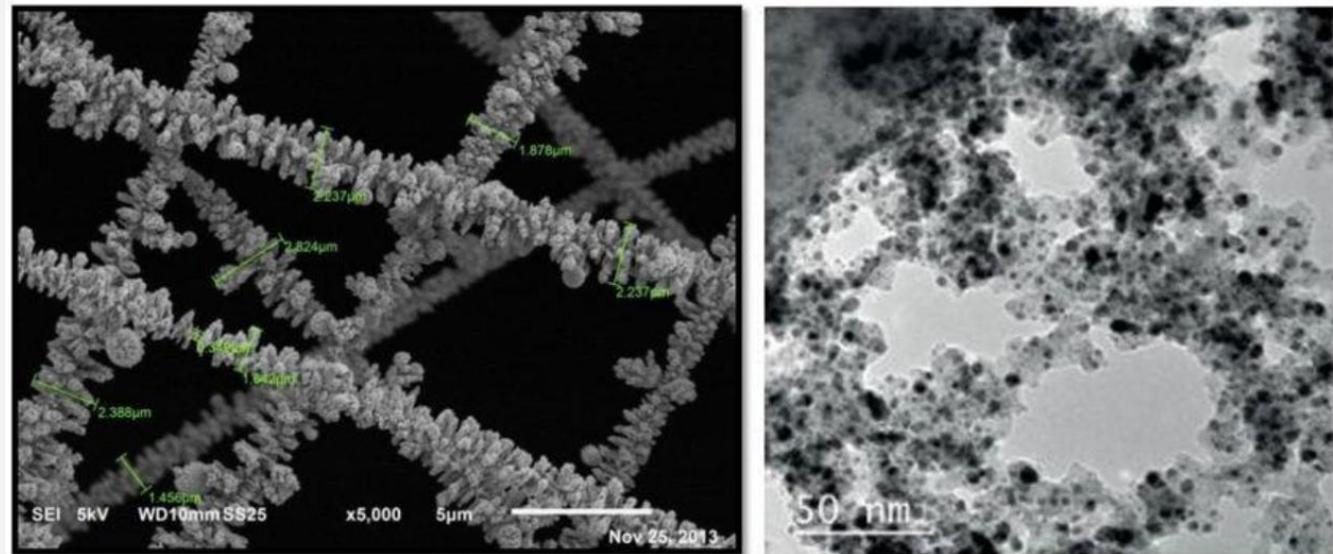
金ナノ粒子や、金＋酸化アルミニウムナノ粒子のコーティング（触媒製造）

捕集材質：カーボンペーパー
粒子：Au



右上：捕集材上にAu粒子ケーキが形成
左下・右下：ファイバーに付着したAu粒子

捕集材質：エレクトロスポンワイヤ
粒子：Au + Al₂O₃



左：粒子がエレクトロスポンワイヤ上に堆積し、
多孔質構造を形成。(SEM)

右：Al₂O₃粒子(グレー)が、Au粒子(黒)と
ともに観察される。
ワイヤは画像左上。(TEM)

ご不明な点は
お気軽におたずねください

東京ダイレック株式会社

TEL : 03-5367-0891(営業部)

Mail : info@tokyo-dylec.co.jp