

平成22年度 公開研究発表会

都内の不燃ごみに含まれる 希少金属含有廃棄物の実態について



平成23年1月21日(金)
第一本庁舎5階大会議場

発表者
調査研究科 茂木 敏

研究の背景

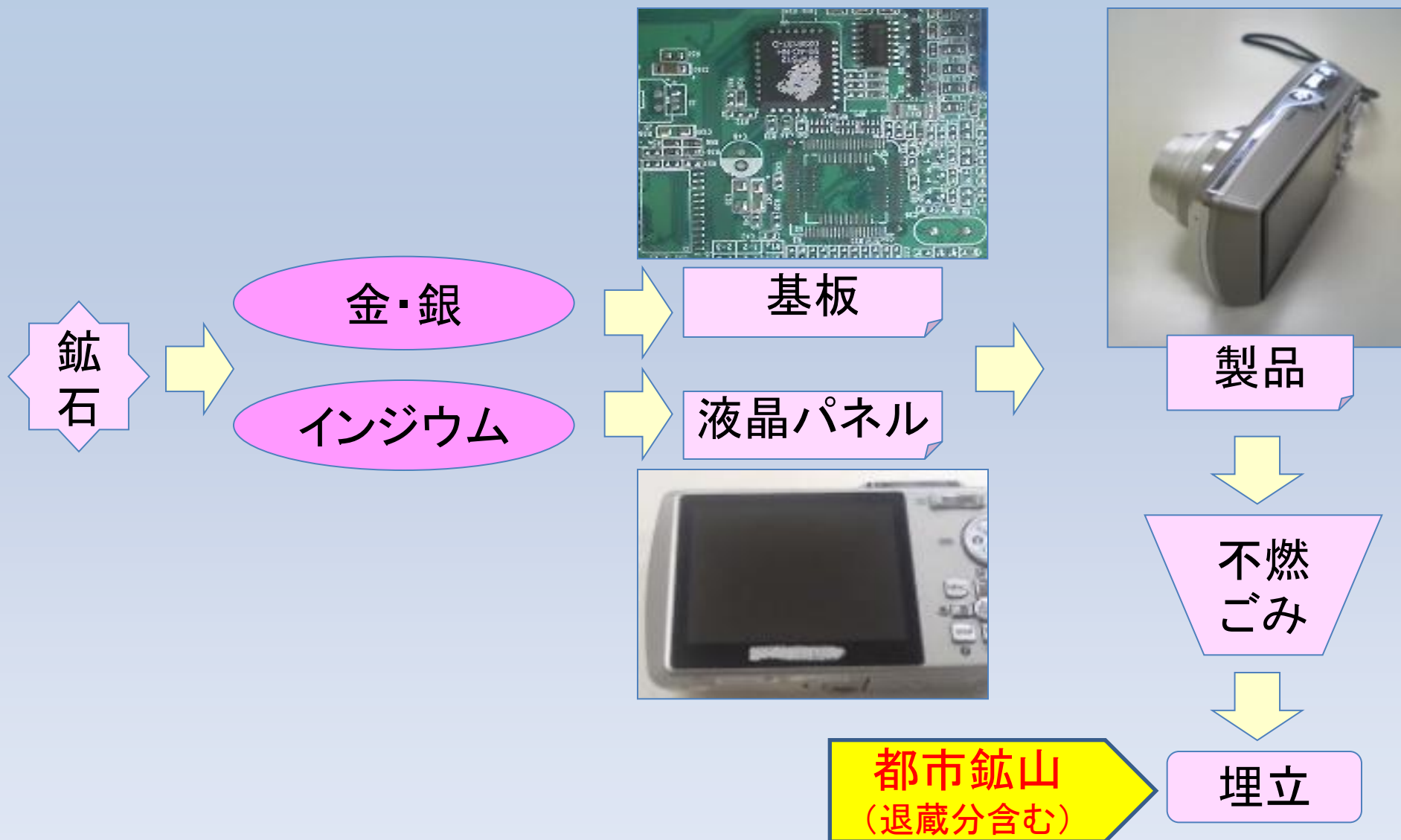
- ・東京都において廃棄・退蔵されるレアメタルを含有する廃棄物、いわゆる都市鉱山は国内最大規模。
- ・小型電子機器などリサイクル関連法対象以外の電子機器については、排出実態と希少金属の含有状況の把握は十分でない。



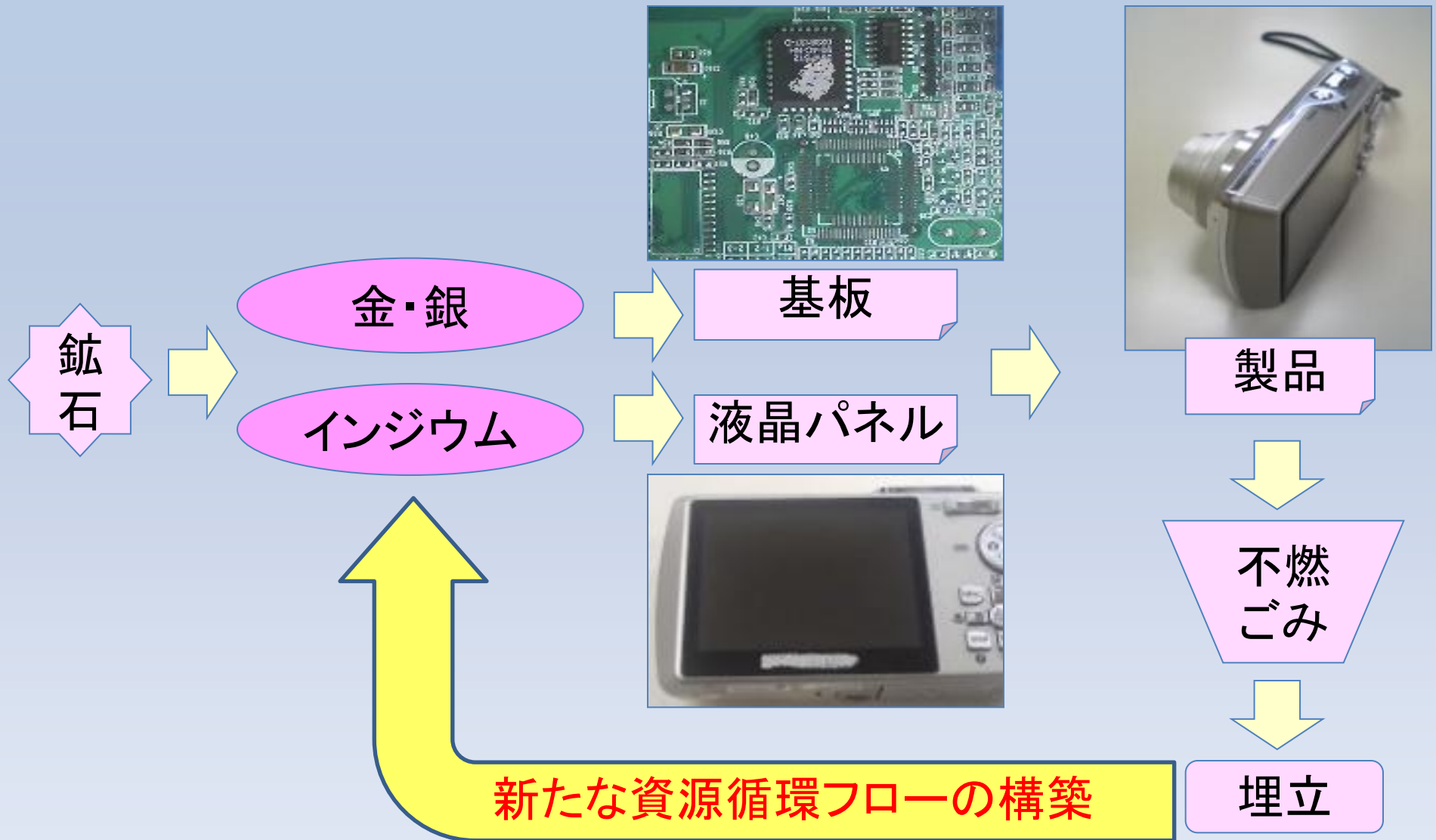
今後の資源循環システム構築のため、

- ・東京都内の不燃ごみ中の小型電子機器等に関するごみ質組成分析
 - ・小型電子機器等に含まれる希少金属等の簡易定量分析
- を実施。

なぜ、「都市鉱山」と言われるのか...



資源循環フローの構築により天然鉱石の一部代替となる



希少金属(レアメタル)について

希少金属(レアメタル)とは

学術的に確立した定義はなく、一般的には地球上の存在量が稀であるか、技術的・経済的な理由で抽出困難である金属であって、チタン、インジウム、希土類など47元素を指す。製品の高機能化に必須の元素で、日本の製造業の国際競争力に影響を与えている。

【主な希少金属の例】

チタン・インジウム・ネオジムなど・・・主に「機能性材料・電子材料・磁性材料」として使用

ニッケル・クロム・マンガンなど・・・主に「構造材」として使用

※金・銀は「貴金属」であり、一般的にレアメタルには分類されない。

- ただし、資源循環可能性を検討する上では、製錬コスト・物流コストを考慮する必要があるため、価格を牽引する金・銀・銅を含めてレアメタルを議論することが多い。
- 本研究においても「レアメタル等」として金・銀・銅を分析対象としている。

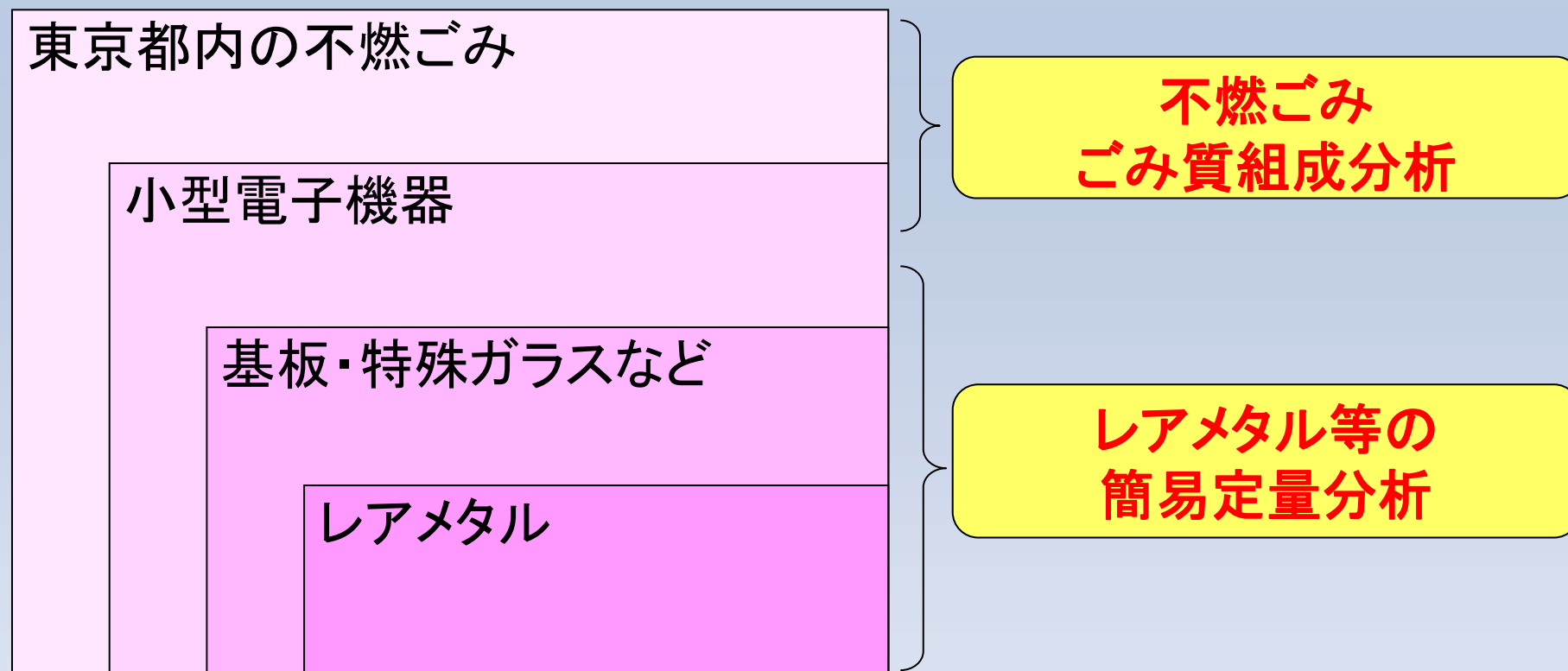
レアメタル31鉱種(47元素)

族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
周期	アルカリ族	アルカリ土族	希土族	チタン族	バナジウム族	クロム族	マンガン族	鉄族(4周期)・白金族(5・6周期)			銅族	亜鉛族	アルミニウム族	炭素族	窒素族	酸素族	ハロゲン族	不活性ガス族
1	1 H 水素 Hydrogen 1.00794																	2 He ヘリウム Helium 4.0026
2	3 Li リチウム Lithium -6.941	4 Be ベリリウム Beryllium 9.01218											5 B 硼(ホウ)素 Boron 10.811	6 C 炭素 Carbon 12.0107	7 N 窒素 Nitrogen 14.0067	8 O 酸素 Oxygen 15.9994	9 F 弗(フッ)素 Fluorine 18.9984	10 Ne ネオン Neon 20.1797
3	11 Na ナトリウム Sodium 22.9898	12 Mg マグネシウム Magnesium 24.305											13 Al アルミニウム Aluminum 26.9815	14 Si 珪(ケイ)素 Silicon 28.0855	15 P 燐(リン) Phosphorus 30.9738	16 S 硫黄 Sulfur 32.065	17 Cl 塩素 Chlorine 35.453	18 Ar アルゴン Argon 39.948
4	19 K カリウム Potassium 39.0983	20 Ca カルシウム Calcium 40.078	21 Sc スカンジウム Scandium 44.9559	22 Ti チタン Titanium 47.867	23 V バナジウム Vanadium 50.9415	24 Cr クロム Chromium 51.9961	25 Mn マンガン Manganese 54.938	26 Fe 鉄 Iron 55.845	27 Co コバルト Cobalt 58.9332	28 Ni ニッケル Nickel 58.6934	29 Cu 銅 Copper 63.546	30 Zn 亜鉛 Zinc 65.39	31 Ga ガリウム Gallium 69.723	32 Ge ゲルマニウム Germanium 72.64	33 As 砒(ヒ)素 Arsenic 74.9216	34 Se セレン Selenium 78.96	35 Br 臭素 Bromine 79.904	36 Kr クリプトン Krypton 83.8
5	37 Rb ルビジウム Rubidium 85.4678	38 Sr ストロンチウム Strontium 87.62	39 Y イットリウム Yttrium 88.9059	40 Zr ジルコニウム Zirconium 91.224	41 Nb ニオブ Niobium 92.9064	42 Mo モリブデン Molybdenum 95.94	43 Tc テクネチウム Technetium [99]	44 Ru ルテニウム Ruthenium 101.07	45 Rh ロジウム Rhodium 102.906	46 Pd パラジウム Palladium 106.42	47 Ag 銀 Silver 107.868	48 Cd カドミウム Cadmium 112.411	49 In インジウム Indium 114.818	50 Sn 錫(スズ) Tin 118.71	51 Sb アンチモン Antimony 121.76	52 Te テルル Tellurium 127.6	53 I 沃(ヨウ)素 Iodine 126.904	54 Xe キセノン Xenon 131.293
6	55 Cs セシウム Cesium 132.905	56 Ba バリウム Barium 137.327	57~71 ランタノイド ※1	72 Hf ハフニウム Hafnium 178.49	73 Ta タンタル Tantalum 180.948	74 W タングステン Tungsten 183.84	75 Re レニウム Rhenium 186.207	76 Os オスミウム Osmium 190.23	77 Ir イリジウム Iridium 192.217	78 Pt 白金(プラチナ) Platinum 195.078	79 Au 金 Gold 196.967	80 Hg 水銀 Mercury 200.59	81 Tl タリウム Thallium 204.383	82 Pb 鉛 Lead 207.2	83 Bi ビスマス Bismuth 208.98	84 Po ポロニウム Polonium [210]	85 At アスタチン Astatine [210]	86 Rn ラドン Radon [222]
7	87 Fr フランシウム Francium [223]	88 Ra ラジウム Radium [226]	89~103 アクチノイド ※2															

レアアース(RE) ※レアアースは17元素で1鉱種

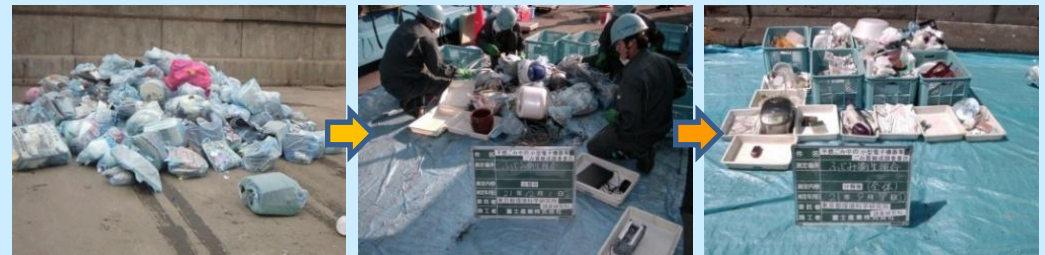
※1 ランタノイド系	57 La ランタン Lanthanum 138.906	58 Ce セリウム Cerium 140.116	59 Pr プラセオジウム Praseodymium 140.908	60 Nd ネオジウム Neodymium 144.24	61 Pm プロメチウム Promethium [145]	62 Sm サマリウム Samarium 150.36	63 Eu ユウロビウム Europium 151.964	64 Gd ガドリニウム Gadolinium 157.25	65 Tb テルビウム Terbium 158.925	66 Dy ジスプロシウム Dysprosium 162.5	67 Ho ホルミウム Holmium 164.93	68 Er エルビウム Erbium 167.259	69 Tm ツリウム Thulium 168.934	70 Yb イットルビウム Ytterbium 173.04	71 Lu ルテチウム Lutetium 174.967
※2 アクチノイド系	89 Ac アクチニウム Actinium [227]	90 Th トリウム Thorium 232.038	91 Pa プロトアクチニウム Protactinium 231.036	92 U ウラン Uranium 238.029	93 Np ネプツニウム Neptunium [237]	94 Pu プルトニウム Plutonium [239]	95 Am アメリシウム Americium [243]	96 Cm キュリウム Curium [247]	97 Bk バーケリウム Berkelium [247]	98 Cf カリホルニウム Californium [252]	99 Es アインスタイニウム Einsteinium [252]	100 Fm フェルミウム Fermium [257]	101 Md メンデレビウム Mendelevium [258]	102 No ノーベリウム Nobelium [259]	103 Lr ローレンシウム Lawrencium [262]

本日の発表内容



ごみ質組成分析手法

都内2か所の不燃ごみ処理施設
 × 4半期 × 2日 × 搬入車両3台
 × 200kg採取 ⇒ 50kgに縮分
 後、ごみ質分析を実施



分類区分	ごみ質組成調査項目
A: 携帯型電子機器	01:デジタルカメラ、02:ビデオカメラ、03:ポータブル音楽プレーヤー 04:ポータブルテレビ、05:ポータブルDVDプレーヤー、 06:ポータブルラジオ、07:電子手帳・PDA・電子辞書 08:ICレコーダー、09:携帯電話、10:電卓
B: 情報・通信・音響機器 (携帯型を除く)	11:ゲーム機、12:電話機(携帯電話以外のもの)、13:カーナビ 14:ワープロ、15:プリンター、16:スピーカー、17:ラジカセ 18:HDD、19:ファクシミリ
C: 調理・生活家電	20:電気ポット、21:電気炊飯器、22:電気掃除機、23:電気式シェーバー
D: その他のレアメタル含有機器等	24:リモコン、25:電子機器付属品(アダプタ等)、26:回路基板 27その他のレアメタル含有機器等
E: その他のレアメタル含有廃棄物	28ステンレス素材を主体とした製品
F: その他の不燃ごみ	29:プラスチックごみ等、30:その他の不燃ごみ

ごみ質組成分析手法



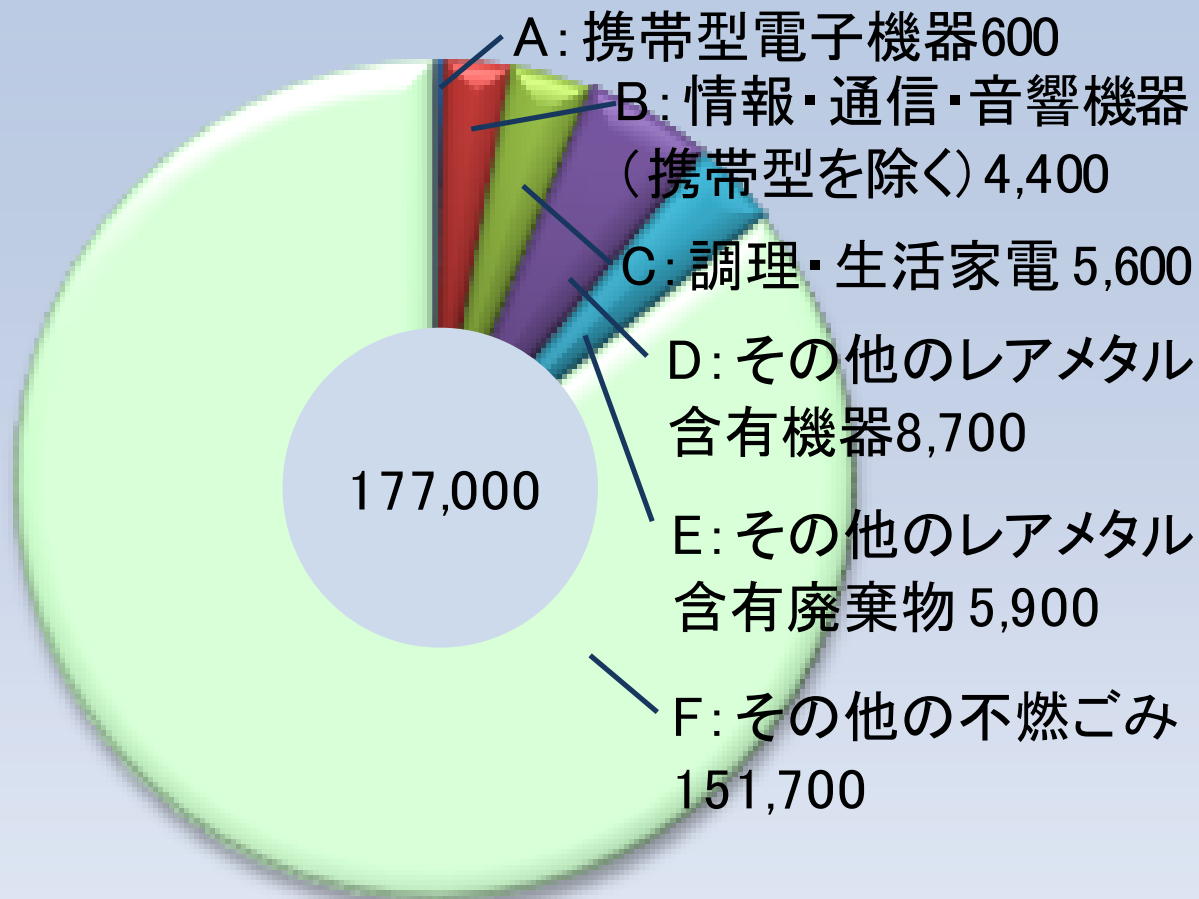
不燃ごみ組成(ごみ質組成)調査結果

➤小型電子機器全体(A～D)のごみ組成は約10.9wt%であり、これにステンレス素材を主体としたごみ(E)を加えたレアメタル含有廃棄物は、約14.2wt%であった。

➤機能性材料としてのレアメタルの含有量が比較的多いと予測される携帯型電子機器及び情報・通信・音響機器の不燃ごみ中の組成比はそれぞれ、0.4%及び2.5%であった。

区分	重量組成 (kg)	組成比 (%)
A：携帯型電子機器	9.47	0.4%
B：情報・通信・音響機器(携帯型を除く)	65.50	2.5%
C：調理・生活家電	82.07	3.1%
D：その他のレアメタル含有機器等	127.42	4.9%
E：その他のレアメタル含有廃棄物	87.28	3.3%
F：その他のごみ	2233.77	85.7%
合計	2605.51	100.0%

東京都内における不燃ごみ中の小型電子機器等 排出量試算 (ton/year)



※100トン未満を四捨五入したため、端数が合わないことがある。

(memo)

希少金属(レアメタル)等分析手法

乾燥



破碎



分解

(基板のみ・液晶のみなど部位別分析の場合)

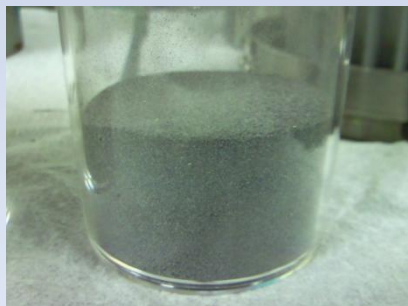


希少金属(レアメタル)等分析手法

粉碎



成形

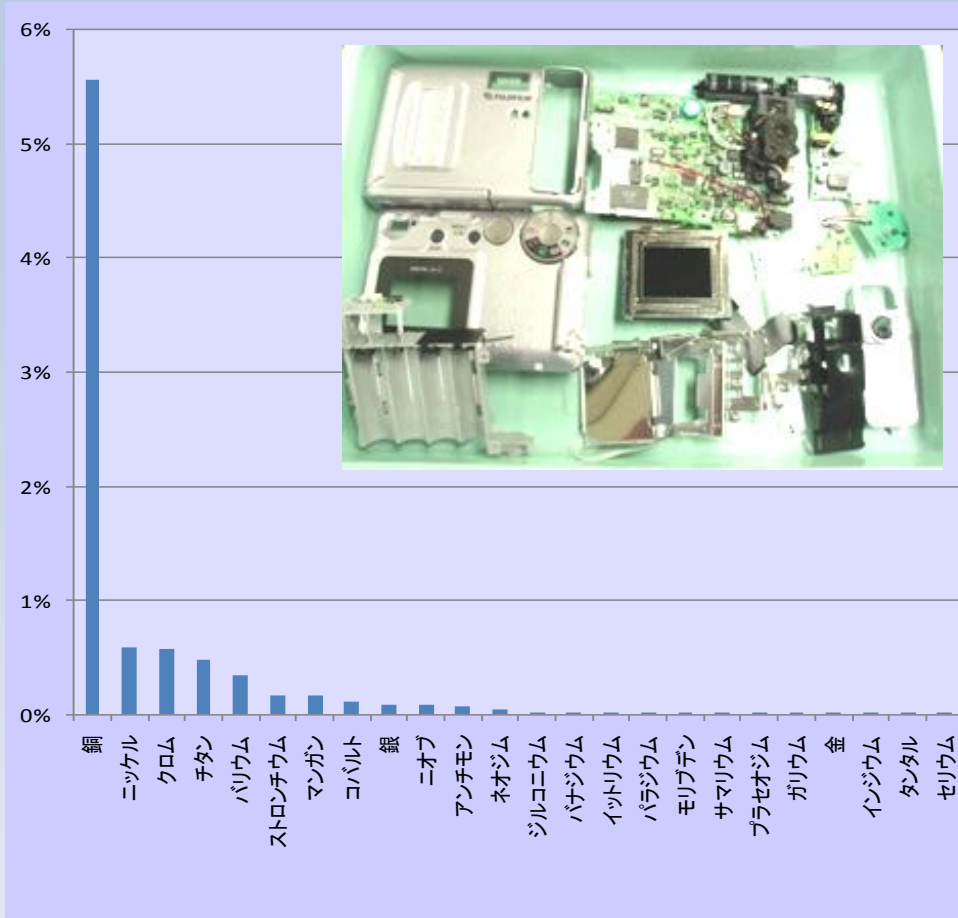


蛍光X線分析

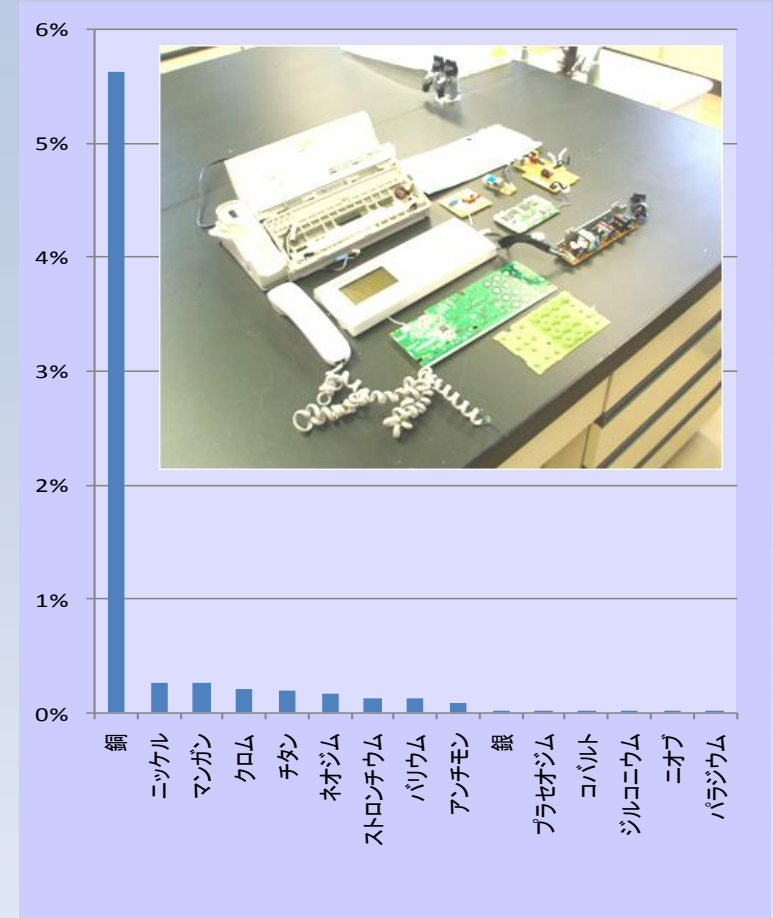


希少金属(レアメタル)等 簡易定量分析結果

A: 携帯型電子機器

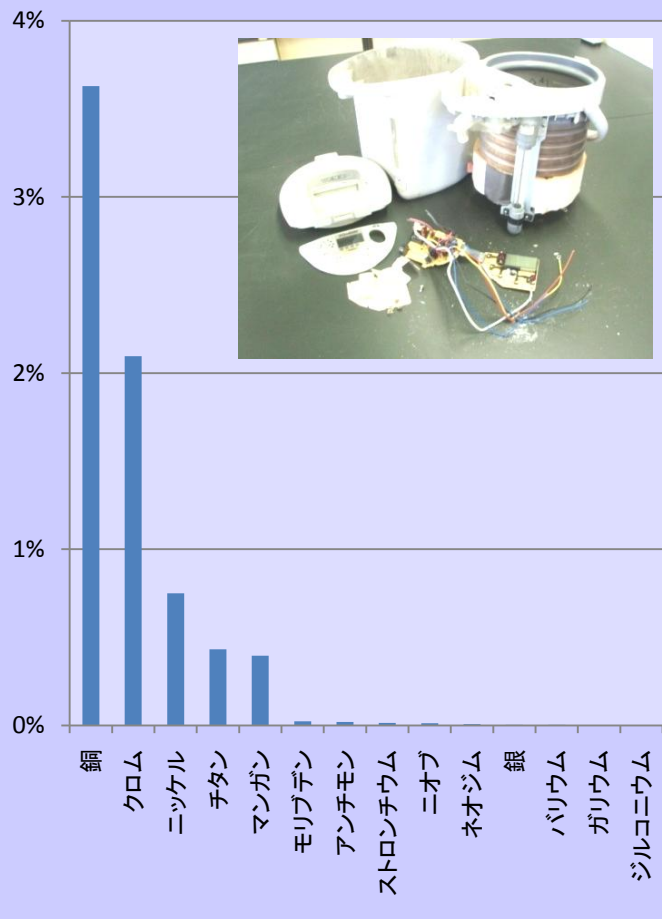


B: 情報・通信・音響機器

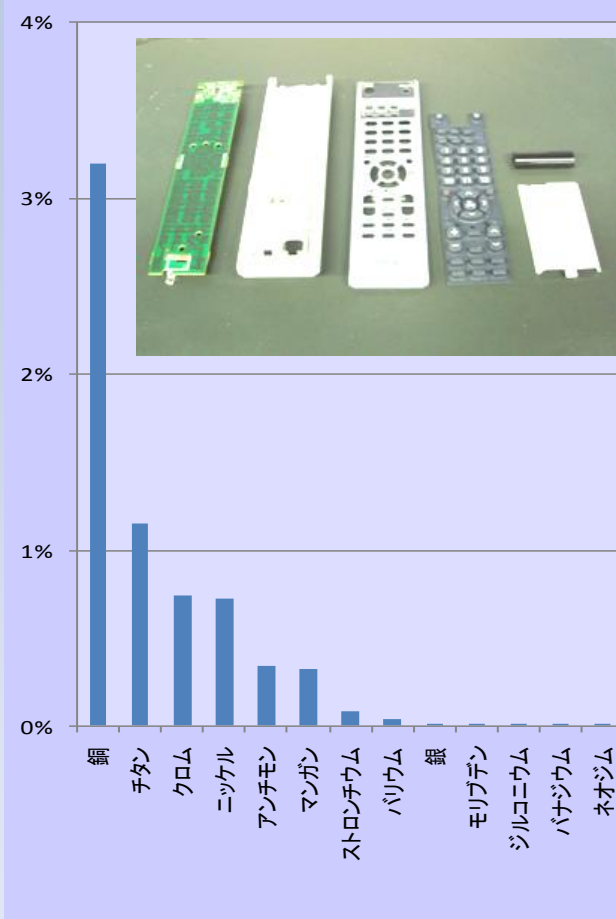


希少金属(レアメタル)等 簡易定量分析結果

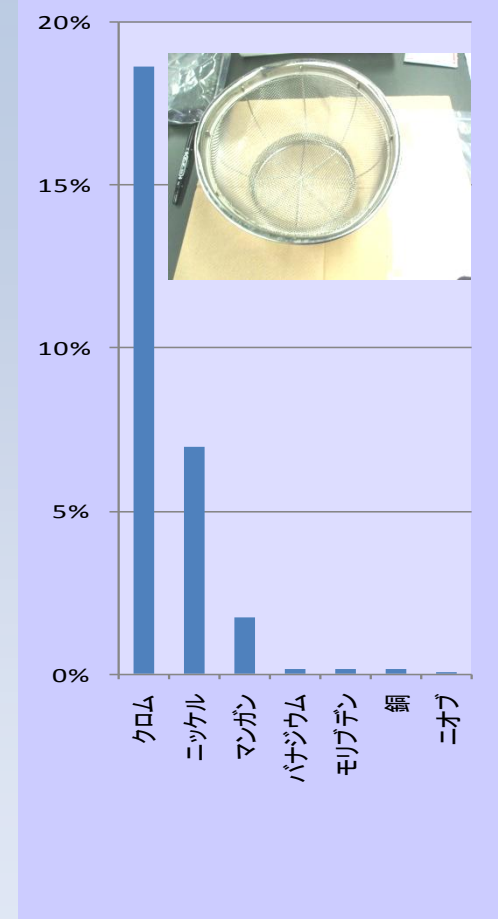
C: 調理・生活家電



D: その他のレアメタル含有機器等



E: その他のレアメタル含有廃棄物



研究結果のまとめ

- いわゆる機能性レアメタルに着目すると、チタン、アンチモン等が多くの小型電子機器に含まれていた。
- レアアースに着目した場合には、小型モーターなどの磁石を有する電子機器にネオジウム、プラセオジウム、サマリウム等が含有されていた。
- レアメタルの総量としては、構造材としてのレアメタル（クロム、ニッケル、マンガン等）が多く、回収率全体を上げるためには、これらに着目した回収システムを検討すべき。

今後の課題

- 不燃ごみ以外(可燃ごみ等)における資源循環可能性
- 資源性評価のための簡易定量分析手法と詳細定量分析手法
- 静脈物流を含めた資源循環の成立条件の検討