

SUPPLEMENTARY TABLE 1. Representative EPMA analyses and mineral formulae.

	Urn I	Urn II rim	Urn II int.	Urn III		Bnr I	Bnr II		Fap		Mnz Ce	Mnz Nd	Mnz Sm	Mnz “Gd”	Mnz “Gd”	Xtm I Y	Xtm II “Gd”		Hin I Y	Hin II Y
(wt%)																				
SO ₃	0.03	0.00	0.04	0.00	WO ₃	1.04	3.68	SO ₃	0.00	SO ₃	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	n.a.	n.a.	P ₂ O ₅	0.04	0.07
WO ₃	1.62	0.60	9.33	0.04	UO _{3recalc}	17.38	35.17	P ₂ O ₅	41.75	P ₂ O ₅	28.97	30.06	30.30	29.98	29.46	33.64	29.73	As ₂ O ₅	0.23	2.00
MoO ₃	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	Sb ₂ O ₅	0.22	0.90	As ₂ O ₅	0.00	As ₂ O ₅	0.00	0.23	0.00	0.23	0.07	0.15	2.28	SiO ₂	24.57	23.14
P ₂ O ₅	0.19	0.06	0.25	0.00	Nb ₂ O ₅	0.32	0.68	V ₂ O ₅	0.01	SiO ₂	0.58	0.02	0.18	0.17	0.03	0.32	0.17	ThO ₂	0.00	n.a.
As ₂ O ₅	0.70	0.19	0.59	0.00	TiO ₂	35.44	29.09	SiO ₂	0.04	ThO ₂	0.30	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	UO ₂	0.10	0.00
Sb ₂ O ₅	n.a.	n.a.	n.a.	0.19	SiO ₂	0.33	4.26	TiO ₂	0.01	UO ₂	0.03	0.02	0.04	0.00	0.06	1.14	0.56	B ₂ O _{3calc}	0.82	1.61
SiO ₂	0.19	0.11	0.00	0.00	ThO ₂	0.29	0.23	ThO ₂	0.00	Al ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	Bi ₂ O ₃	n.a.	0.03
ThO ₂	0.00	0.00	n.a.	0.00	UO _{2recalc}	38.48	4.31	UO ₂	0.00	Y ₂ O ₃	0.69	0.66	0.49	1.48	1.23	34.95	15.84	Al ₂ O ₃	0.00	n.a.
UO ₂	87.70	90.86	77.59	91.41	Bi ₂ O ₃	0.00	0.00	Al ₂ O ₃	0.00	La ₂ O ₃	6.34	7.37	6.08	3.28	3.01	0.00	0.02	Y ₂ O ₃	30.90	16.06
Al ₂ O ₃	0.12	0.00	0.00	0.03	Al ₂ O ₃	0.10	0.42	Y ₂ O ₃	0.07	Ce ₂ O ₃	15.91	15.04	11.87	6.73	6.88	0.00	0.07	La ₂ O ₃	0.00	0.00
Y ₂ O ₃	0.88	2.29	n.a.	2.51	Y ₂ O ₃	0.29	2.05	La ₂ O ₃	0.00	Pr ₂ O ₃	2.61	2.37	1.96	1.15	1.11	0.03	0.05	Ce ₂ O ₃	0.08	0.33
La ₂ O ₃	0.12	0.00	n.a.	0.01	La ₂ O ₃	0.08	0.00	Ce ₂ O ₃	0.01	Nd ₂ O ₃	15.68	15.63	14.36	9.76	10.62	0.47	0.40	Pr ₂ O ₃	0.00	0.02
Ce ₂ O ₃	0.22	0.05	n.a.	0.00	Ce ₂ O ₃	0.16	0.19	Pr ₂ O ₃	0.04	Sm ₂ O ₃	14.90	14.51	17.32	17.68	17.45	2.43	5.77	Nd ₂ O ₃	0.12	1.94
Pr ₂ O ₃	0.12	0.13	n.a.	0.08	Pr ₂ O ₃	0.00	0.00	Nd ₂ O ₃	0.01	Eu ₂ O ₃	0.30	0.04	1.61	1.59	1.62	0.85	1.34	Sm ₂ O ₃	0.61	7.67
Nd ₂ O ₃	0.15	0.00	n.a.	0.01	Nd ₂ O ₃	0.21	0.71	Sm ₂ O ₃	0.09	Gd ₂ O ₃	9.97	11.15	13.23	22.74	23.36	8.42	28.67	Eu ₂ O ₃	0.05	0.56
Sm ₂ O ₃	0.34	0.17	n.a.	0.42	Sm ₂ O ₃	0.17	1.13	Eu ₂ O ₃	0.05	Tb ₂ O ₃	0.66	0.73	0.59	1.50	1.58	1.56	3.78	Gd ₂ O ₃	3.65	15.79
Eu ₂ O ₃	0.12	0.20	n.a.	0.17	Eu ₂ O ₃	0.00	0.16	Gd ₂ O ₃	0.08	Dy ₂ O ₃	1.18	1.00	0.93	2.49	2.31	8.07	10.56	Tb ₂ O ₃	1.34	2.27
Gd ₂ O ₃	0.65	0.50	n.a.	0.00	Gd ₂ O ₃	0.00	1.73	Tb ₂ O ₃	0.00	Ho ₂ O ₃	0.04	0.46	0.10	0.24	0.20	0.86	0.45	Dy ₂ O ₃	9.12	8.52
Tb ₂ O ₃	0.22	0.21	n.a.	1.09	Tb ₂ O ₃	0.05	0.22	Dy ₂ O ₃	0.12	Er ₂ O ₃	0.23	0.09	0.17	0.27	0.10	3.43	0.69	Ho ₂ O ₃	1.42	0.80
Dy ₂ O ₃	0.41	0.81	n.a.	0.60	Dy ₂ O ₃	0.06	1.37	Ho ₂ O ₃	0.03	Tm ₂ O ₃	0.04	0.01	0.05	0.02	0.01	0.80	0.09	Er ₂ O ₃	3.13	1.38
Ho ₂ O ₃	0.11	0.06	n.a.	0.00	Ho ₂ O ₃	0.00	0.12	Er ₂ O ₃	0.03	Yb ₂ O ₃	0.15	0.27	0.17	0.23	0.35	2.86	0.37	Tm ₂ O ₃	0.31	1.17
Er ₂ O ₃	0.26	0.87	n.a.	n.a.	Er ₂ O ₃	0.06	0.29	Tm ₂ O ₃	0.03	Lu ₂ O ₃	0.10	0.00	0.03	0.01	0.02	0.36	0.05	Yb ₂ O ₃	1.90	0.57
Tm ₂ O ₃	0.04	0.07	n.a.	n.a.	Tm ₂ O ₃	0.01	0.13	Yb ₂ O ₃	0.00	CaO	0.32	0.29	0.16	0.49	0.10	0.07	0.01	Lu ₂ O ₃	0.94	0.64
Yb ₂ O ₃	0.03	0.52	n.a.	n.a.	Yb ₂ O ₃	0.00	0.33	Lu ₂ O ₃	0.02	SrO	0.07	n.a.	0.04	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	BeO _{calc}	9.70	8.94
Lu ₂ O ₃	0.10	0.02	n.a.	n.a.	Lu ₂ O ₃	0.04	0.04	CaO	54.69	FeO _{total}	0.08	0.03	0.08	0.16	0.03	0.03	0.00	FeO	7.22	1.89
CaO	0.47	0.05	0.43	0.00	Fe ₂ O _{3 total}	0.88	1.74	SrO	0.00	PbO	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.03	MnO	0.00	0.02
SrO	0.00	0.00	0.27	0.00	MnO	0.09	0.21	BaO	0.00	MnO	0.02	0.07	0.06	0.00	0.04	n.a.	n.a.	CaO	0.59	0.67
FeO _{total}	0.23	0.00	0.72	0.00	MgO	0.05	0.00	PbO	0.00	F	0.00	n.a.	0.00	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	BaO	n.a.	0.28
PbO	2.72	1.87	0.71	1.53	CaO	1.36	1.88	MnO	0.05	Cl	0.05	0.03	0.02	0.02	0.04	n.a.	n.a.	F	n.a.	0.00
K ₂ O	n.a.	n.a.	1.13	0.09	SrO	0.07	0.10	FeO _{total}	0.01	O=F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	H ₂ O _{calc}	1.88	3.16
Total	97.74	99.65	91.07	98.18	PbO	0.75	0.14	H ₂ O _{calc}	0.00	O=Cl	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	Total	98.73	99.49
					K ₂ O	0.13	0.09	F	3.81	Total	99.24	100.07	99.84	100.27	99.68	100.46	100.93			
					Total	98.01	91.34	Cl	0.05											
								O=F	-1.61											
								O=Cl	-0.01											
								Total	99.40											

	Urn I	Urn II	Urn II	Urn III		Bnr I	Bnr II		Fap		Mnz Ce	Mnz Nd	Mnz Sm	Mnz “Gd”	Mnz “Gd”	Xtm I Y	Xtm II “Gd”		Hin I Y	Hin II Y
(apfu)																				
S ⁶⁺	0.001	0.000	0.001	0.000	W ⁶⁺	0.019	0.066	S ⁶⁺	0.000	S ⁶⁺	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	Th ⁴⁺	0.000	-
W ⁶⁺	0.017	0.007	0.063	0.000	Sb ⁵⁺	0.006	0.023	P ⁵⁺	3.002	P ⁵⁺	0.981	1.005	1.012	1.006	1.005	0.986	0.957	U ⁴⁺	0.003	0.000
Mo ⁶⁺	-	-	-	0.000	Nb ⁵⁺	0.010	0.021	As ⁵⁺	0.000	As ⁵⁺	0.000	0.005	0.000	0.005	0.001	0.003	0.045	Bi ³⁺	-	0.005
P ⁵⁺	0.006	0.002	0.006	0.000	Ti ⁴⁺	1.861	1.507	V ⁵⁺	0.001	Si ⁴⁺	0.023	0.001	0.007	0.007	0.001	0.011	0.006	Y ³⁺	1.176	0.705
As ⁵⁺	0.015	0.004	0.008	0.000	Si ⁴⁺	0.023	0.293	Si ⁴⁺	0.004	Total X	1.005	1.011	1.020	1.017	1.008	1.000	1.009	La ³⁺	0.001	0.000
Sb ⁵⁺	-	-	-	0.000	Al ³⁺	0.008	0.034	Total T	3.007	Th ⁴⁺	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Ce ³⁺	0.002	0.010
Si ⁴⁺	0.008	0.005	0.000	0.000	Fe ³⁺	0.046	0.09	Ti ⁴⁺	0.001	U ⁴⁺	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.009	0.005	Pr ³⁺	0.000	0.001
Th ⁴⁺	0.000	0.000	-	0.000	Total B	1.973	2.035	Th ⁴⁺	0.000	Al ³⁺	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	Nd ³⁺	0.006	0.057
U ⁴⁺	0.777	0.858	0.451	0.896	U ^{6+ recal}	0.255	0.509	U ⁴⁺	0.000	Y ³⁺	0.015	0.014	0.010	0.031	0.026	0.644	0.321	Sm ³⁺	0.036	0.218
Al ³⁺	0.005	0.000	0.000	0.001	Th ⁴⁺	0.005	0.004	Al ³⁺	0.000	La ³⁺	0.094	0.107	0.089	0.048	0.045	0.000	0.000	Eu ³⁺	0.005	0.016
Y ³⁺	0.019	0.052	-	0.059	U ^{4+ recal}	0.598	0.066	Y ³⁺	0.003	Ce ³⁺	0.233	0.217	0.171	0.098	0.102	0.000	0.001	Gd ³⁺	0.177	0.432
La ³⁺	0.002	0.000	-	0.000	Bi ³⁺	0.000	0.000	La ³⁺	0.000	Pr ³⁺	0.038	0.034	0.028	0.017	0.016	0.000	0.001	Tb ³⁺	0.049	0.061
Ce ³⁺	0.003	0.001	-	0.000	Y ³⁺	0.011	0.075	Ce ³⁺	0.000	Nd ³⁺	0.224	0.220	0.202	0.138	0.153	0.006	0.005	Dy ³⁺	0.260	0.226
Pr ³⁺	0.002	0.002	-	0.001	La ³⁺	0.002	0.000	Pr ³⁺	0.001	Sm ³⁺	0.205	0.197	0.236	0.241	0.242	0.029	0.076	Ho ³⁺	0.033	0.021
Nd ³⁺	0.002	0.000	-	0.000	Ce ³⁺	0.004	0.005	Nd ³⁺	0.000	Eu ³⁺	0.004	0.001	0.022	0.021	0.022	0.010	0.017	Er ³⁺	0.069	0.036
Sm ³⁺	0.005	0.003	-	0.006	Pr ³⁺	0.000	0.000	Sm ³⁺	0.003	Gd ³⁺	0.132	0.146	0.173	0.299	0.312	0.097	0.361	Tm ³⁺	0.009	0.030
Eu ³⁺	0.002	0.003	-	0.003	Nd ³⁺	0.005	0.017	Eu ³⁺	0.002	Tb ³⁺	0.009	0.010	0.008	0.020	0.021	0.018	0.047	Yb ³⁺	0.041	0.014
Gd ³⁺	0.009	0.007	-	0.000	Sm ³⁺	0.004	0.027	Gd ³⁺	0.002	Dy ³⁺	0.015	0.013	0.012	0.032	0.030	0.090	0.129	Lu ³⁺	0.025	0.016
Tb ³⁺	0.003	0.003	-	0.016	Eu ³⁺	0.000	0.004	Tb ³⁺	0.000	Ho ³⁺	0.001	0.006	0.001	0.003	0.003	0.009	0.005	Ca ²⁺	0.058	0.059
Dy ³⁺	0.005	0.011	-	0.009	Gd ³⁺	0.000	0.039	Dy ³⁺	0.003	Er ³⁺	0.003	0.001	0.002	0.003	0.001	0.037	0.008	Ba ²⁺	-	0.009
Ho ³⁺	0.001	0.001	-	0.000	Tb ³⁺	0.001	0.005	Ho ³⁺	0.001	Tm ³⁺	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.009	0.001	Total A	1.950	1.916
Er ³⁺	0.003	0.012	-	-	Dy ³⁺	0.001	0.030	Er ³⁺	0.001	Yb ³⁺	0.002	0.003	0.002	0.003	0.004	0.03	0.004	Fe ²⁺	0.445	0.130
Tm ³⁺	0.001	0.001	-	-	Ho ³⁺	0.000	0.003	Tm ³⁺	0.001	Lu ³⁺	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	Mn ²⁺	0.000	0.002
Yb ³⁺	0.000	0.007	-	-	Er ³⁺	0.001	0.006	Yb ³⁺	0.000	Ca ²⁺	0.014	0.012	0.007	0.021	0.004	0.003	0.000	Mg ²⁺	0.000	0.000
Lu ³⁺	0.001	0.000	-	-	Tm ³⁺	0.000	0.003	Lu ³⁺	0.000	Sr ²⁺	0.002	-	0.001	-	-	-	-	Al ³⁺	0.000	-
Ca ²⁺	0.020	0.002	0.012	0.000	Yb ³⁺	0.000	0.007	Ca ²⁺	4.977	Fe ²⁺	0.003	0.001	0.003	0.005	0.001	0.001	0.000	□	0.555	0.868
Sr ²⁺	0.000	0.000	0.008	0.000	Lu ³⁺	0.001	0.001	Sr ²⁺	0.000	Pb ²⁺	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Total M	1.000	1.000
Fe ²⁺	0.008	0.000	0.016	0.000	Mn ²⁺	0.005	0.012	Ba ²⁺	0.000	Mn ²⁺	0.001	0.002	0.002	0.000	0.001	-	-	B ³⁺	0.188	0.229
Pb ²⁺	0.031	0.022	0.005	0.019	Mg ²⁺	0.005	0.000	Pb ²⁺	0.000	Total A	0.998	0.985	0.969	0.981	0.985	0.995	0.984	Be ²⁺	1.812	1.771
K ⁺	-	-	0.038	0.005	Ca ²⁺	0.102	0.138	Mn ²⁺	0.004	Total	2.003	1.996	1.989	1.998	1.994	1.995	1.993	Total Q	2.000	2.000
Total	0.945	1.002	0.609	1.016	Sr ²⁺	0.003	0.004	Fe ²⁺	0.001	X _{Ht}	1.66	0.06	0.73	0.70	0.12	-	-	Si ⁴⁺	1.983	1.909
					Pb ²⁺	0.014	0.003	Total M	5.000	X _{Cher}	0.00	1.18	0.00	1.43	0.37	-	-	P ⁵⁺	0.003	0.005
					K ⁺	0.011	0.008	OH _{calc}	0.000	X _{Mnz}	98.34	98.76	99.27	97.88	99.51	-	-	As ⁵⁺	0.015	0.086
					Total A	1.027	0.965	F ⁻	1.024									Total T	2.000	2.000
					Total	3.000	3.000	Cl ⁻	0.007									O ²⁻	0.890	0.264
								Total X	1.032									OH _{calc}	1.110	1.736
																		F ⁻	0.000	0.000
																		Total φ	2.000	2.000

Note: n.a. - not analyzed; int. = interior; recal = recalculated. Urn = uraninite; Bnr = brannerite; Fap = fluorapatite; Mnz = monazite; Xtm = xenotime; Hin = hingganite.