

CHIME の現状と利用 (2013年度)
Status report on the CHIME dating system at the Center for Chronological Research, Nagoya University in 2013

加藤丈典^{1*}・榎並正樹¹・佐藤桂¹
Takenori Kato^{1*}, Masaki Enami¹, Kei Sato¹

¹名古屋大学年代測定総合研究センター
¹Center for Chronological Research, Nagoya University

*Correspondence author. E-mail: kato@nendai.nagoya-u.ac.jp

Abstract

CHIME dating and related electron probe microanalysis (EPMA) are performed using two electron probe microanalyzers (JCXA-733, JEOL, Tokyo) at the Center for Chronological Research, Nagoya University. The one equips four wavelength dispersive spectrometers (WDS) and mainly used for the CHIME dating of U and Th-bearing rock-forming minerals. The other equips five WDSs with a variety of analyzing crystals, and used for many kind of analysis including general quantitative EPMA and the CHIME dating. Physical parameters in quantitative EPMA were validated and new dataset of mass attenuation coefficients was developed to improve accuracy of quantitative EPMA.

Keywords: CHIME dating; electron probe microanalysis (EPMA); geochronology; mass attenuation coefficients

1. はじめに

名古屋大学年代測定総合研究センターには、CHIME 年代測定(Suzuki and Adachi, 1991a; Suzuki and Adachi, 1991b; Suzuki and Kato, 2008 等を参照)及び関連する教育・研究等を実施するため、電子プローブマイクロアナライザー(EPMA) 2台が設置されている。いずれも、日本電子株式会社製 JCXA-733 であり、製造から30年が経過しようとしている。1台は波長分散型分光器を4台備え、CHIME 年代測定専用機として用いている。いずれの分光器にもペンタエリスリトール(PET)の002面の分光結晶を装着している。もう1台は波長分散型分光器を5台備え、CHIME 年代測定のほかさまざまな分析や測定法の開発等に用いている。人工多層膜疑似結晶(日本電子株式会社製 LDE1)、鉛ステアライト(Pb-STE)、リン酸タリウム(TAP)、PET 及びフッ化リチウム(LiF)が使用可能である。測定可能な元素は、B から U までである。この EPMA でも PET を4つ用いて CHIME 年代測定を行うことが可能である。また、軽元素分析用に液体窒素トラップも装着されている。さらに、高波長分解能を実現するために改造した PET 及び LiF を備えている。2台の EPMA の分光器の構成は、それぞれ表1及び表2の通りである。

2. 定量分析に用いられる物理定数の評価

EPMA 定量分析では、標準物質及び未知試料の X 線強度から化学組成を求めるために補正計算を行う。その際、様々な物理定数を用いるが、本年度は質量吸収係数と平均イオン化ポテンシャルの評価を行った (Kato et al., 2013a; Kato et al., 2013b)。質量吸収係数は、補正計算のうち吸収補正と蛍

		Ch. 1	Ch. 2	Ch. 3	Ch. 4
駆動範囲	mm	60 – 260	60 – 250	60 – 250	60 – 250
	sin θ	0.21 – 0.93	0.21 – 0.89	0.21 – 0.89	0.21 – 0.89
分光結晶	1	PET	PET	LiF	LiF
	2	TAP	LiF	PET	PET
比例計数管		XPC/GFPC	XPC	XPC	XPC

表1 CHIME 年代測定用 EPMA の分光器の構成。GFPC 及び XPC はそれぞれガス流入型比例計数管及びキセノン封入型比例計数管である。

		Ch. 1	Ch. 2	Ch. 3	Ch. 4	Ch. 5
駆動範囲	mm	60 – 260	60 – 250	60 – 250	60 – 260	60 – 250
	sin θ	0.21 – 0.93	0.21 – 0.89	0.21 – 0.89	0.21 – 0.93	0.21 – 0.89
分光結晶	1	TAP	PET	LiF	LiF	TAP
	2	STE/LDE1	LiF*	PET*	PET*	PET
比例計数管		GFPC	XPC	XPC	XPC	GFPC/XPC

表2 汎用 EPMA の分光器の構成。GFPC 及び XPC はそれぞれガス流入型比例計数管及びキセノン封入型比例計数管である。*は改造により高波長分解能となっているものである。

光励起補正に用いられる。平均イオン化ポテンシャルは、阻止能で用いられる。質量吸収係数は実験や理論計算により様々な値が提唱されている。また、その近似式も広く用いられている。Henke et al. (1993)や Hubbell and Seltzer (1995)のデータセットは、原子番号1から92のすべての元素に対し、それぞれ50 eVから30 keV、1 keVから20 MeVまでの範囲の質量吸収係数を得るのに用いることが可能である。そこで、これらデータセットを評価した。両者はおおむね似た質量吸収係数を与えるが、吸収端の形状を正確に表現できていなかったり(図1)、不自然な不連続があったりするなど、どちらも完全なものではないことが明らかになった(加藤・榎並, 2013; Kato et al., 2013a)。そこで、それら2つのデータベースから不正確な部分を取り除いてマージすることにより新たな質量吸収係数を作成した。この新しい質量吸収係数を用いることにより、CHIME 年代のみでなく造岩鉱物の EPMA 定量分析の正確さが向上すると考えられる。

3. 新生代の CHIME 年代測定

2011年度に世界で初めて新生代のモナザイトの年代を測定した(Imayama and Suzuki, 2013)。その時点では約4%の相対誤差が生じていた。2013年度に年代累帯構造の認められるモナズ石の CHIME 年代測定を実施し、約1%の相対誤差で年代を得ることに成功した。詳細は今後公表する予定である。

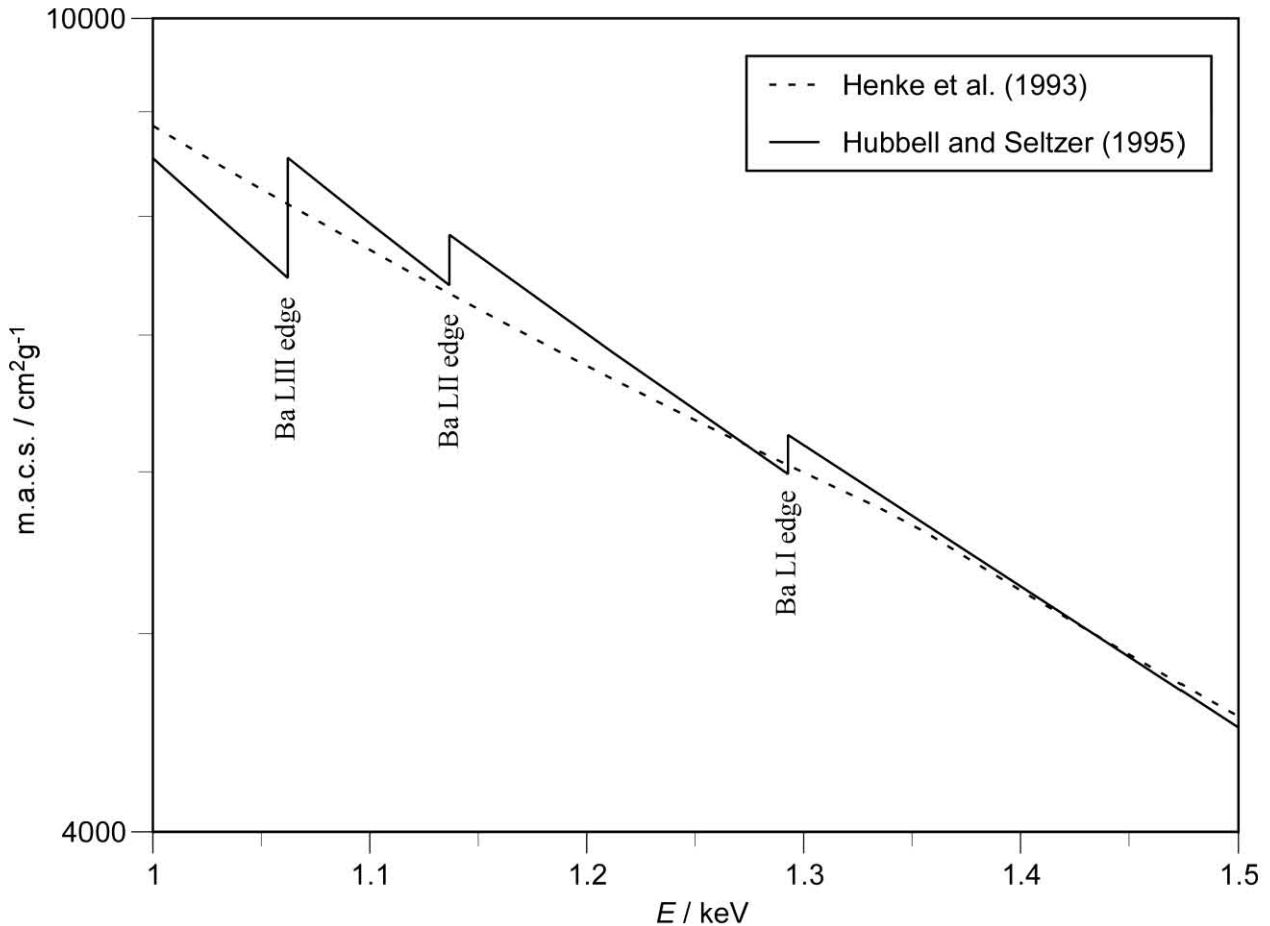


図1 Ba L 吸収端近傍の質量吸収係数

4. 平成25年度の使用例

平成25年度におけるEPMAの主な使用例は以下の通りである。

開発研究

- ・サブミクロンCHIME年代測定法の開発
- ・質量吸収係数の評価 (Kato et al., 2013a)
- ・平均イオン化ポテンシャルの評価 (Kato et al., 2013b)
- ・PET(002)の background hole の評価
- ・ジルコン及びモナズ石のディスクオーダー検出法の開発
- ・新先代のモナズ石の高精度CHIME年代測定法の開発
- ・極微量チタンのEPMA定量分析法の開発

応用研究

- ・西インドのCHIME年代測定 (Ishwar-Kumar et al., 2013)
- ・希土類元素の高精度EPMA定量分析 (Jiao et al., 2013)
- ・領家帯の構造発達史の解明
- ・山陽帯花崗岩中の希元素の挙動の解明 (Sato et al., 2014)
- ・ミャンマーの変成岩中に産するモナズ石のCHIME年代測定

ジルコン及びモナズ石のディスコーダンス検出法の開発は、京都大学など他機関と共同で実施し、2013年5月に研究集会を主催した。

5. EPMA の保守の問題

現有の EPMA は製造から約 30 年経過したものである。そのため、電子部品を中心に保守に必要な部品が入手不可能になってきている。また、保守契約が未締結である場合は 2015 年 3 月 31 日でメーカーのサポートが終了する。大部分の電子回路については現行の部品を用いて再設計して対応することも可能であるが、すべての部品を完全に作り直すことは不可能である。現行機種への更新を目指すとともに、サポートが終了する前に可能な限り予防保守及び部品の確保を行っている。

引用文献

- Imayama, T. and Suzuki, K. (2013) Carboniferous inherited grain and age zoning of monazite and xenotime from leucogranites in far-eastern Nepal: constraints from electron probe microanalysis. *American Mineralogist*, **98**, 1393 – 1406.
- Jiao, W., Kawabe, I. and Kato, T. (2013) Reexamination of kimuraite: the occurrence of lanthanite in the cleavage of kimuraite. *Earth and Planetary Sciences Nagoya University*, **60**, 101 – 110.
- 加藤丈典・榎並正樹 (2013) CHIME の現状と稼働状況 (2012 年). 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, **XXIV**, 25 – 28.
- Kato, T., Jeon, Mi-Jung and Cho, Deung-Lyong (2013a) Validation of physical parameters in quantitative electron probe microanalysis (EPMA) Part I – mass attenuation coefficients. *Earth and Planetary Sciences Nagoya University*, **60**, 1 – 91.
- Kato, T., Jeon, Mi-Jung and Cho, Deung-Lyong (2013b) Validation of physical parameters in quantitative electron probe microanalysis (EPMA) Part II – mean ionization potential. *Earth and Planetary Sciences Nagoya University*, **60**, 93 – 100.
- Ishwar-Kumar, C., Windley, B.F., Horie, K., Kato, T., Hokada, T., Itaya, T., Yagi, K., Gouzu, C. and Sajeev, K. (2013) A Rodinian suture in western India: New insights of Indian-Madagascar correlations. *Precambrian Research*, **236**, 227 – 261.
- Sato, K., Minakawa, T., Kato, T., Maki, K., Iwano, H., Hirata, T., Hayashi, S. and Suzuki, K. (2014) Behavior of rare elements in Late Cretaceous pegmatites from the Setouchi Province, Inner Zone of Southwest Japan. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, **109**, 28 – 33.

日本語要旨

名古屋大学年代測定総合研究センター新年代測定法開発研究分野では、2 台の電子プローブマイクロアナライザーを用いて CHIME 年代測定及び関連する X 線分光分析に関する教育・研究を行っている。平成 25 年度には、定量分析の補正計算で用いられる定数の検討を行い、新しい質量吸収係数のデータセットを作成した。これにより、CHIME 年代測定を含めた EPMA 定量分析の確からしさが向上する。