

セメント固型化が困難な溶融飛灰への対策とその意義

国立環境研究所 ○山田 一夫、遠藤 和人 北海道大学 市川 恒樹、安河内 隆仁、東條 安匡

東京電力福島第一原子力発電所事故後の放射性Csで汚染した焼却飛灰のセメント固型化はすでに事業が行われている。一方で、中間貯蔵施設内における熱処理により生じる溶融飛灰については、洗浄・濃縮及び安定化に係わる実証事業が行われているが、直接セメント固型化するという選択肢もある。ただし、溶融飛灰には硬化阻害成分(亜鉛等)が含有され、固型化困難な場合もある。そこで、対策を講じ、灰洗浄濃縮と比較して特徴を説明する。

溶融飛灰の組成とセメント硬化阻害

代表的セメント硬化阻害成分(XRF)

硬化阻害成分	含有量(%)		
	ストーク飛灰*	溶融飛灰*	検討試料
P ₂ O ₅	0.6~1.3	0.2~2.2	5.9
CuO	0.08~0.15	0.4~1.1	0.9
ZnO	0.9~2.5	1.1~6.0	27

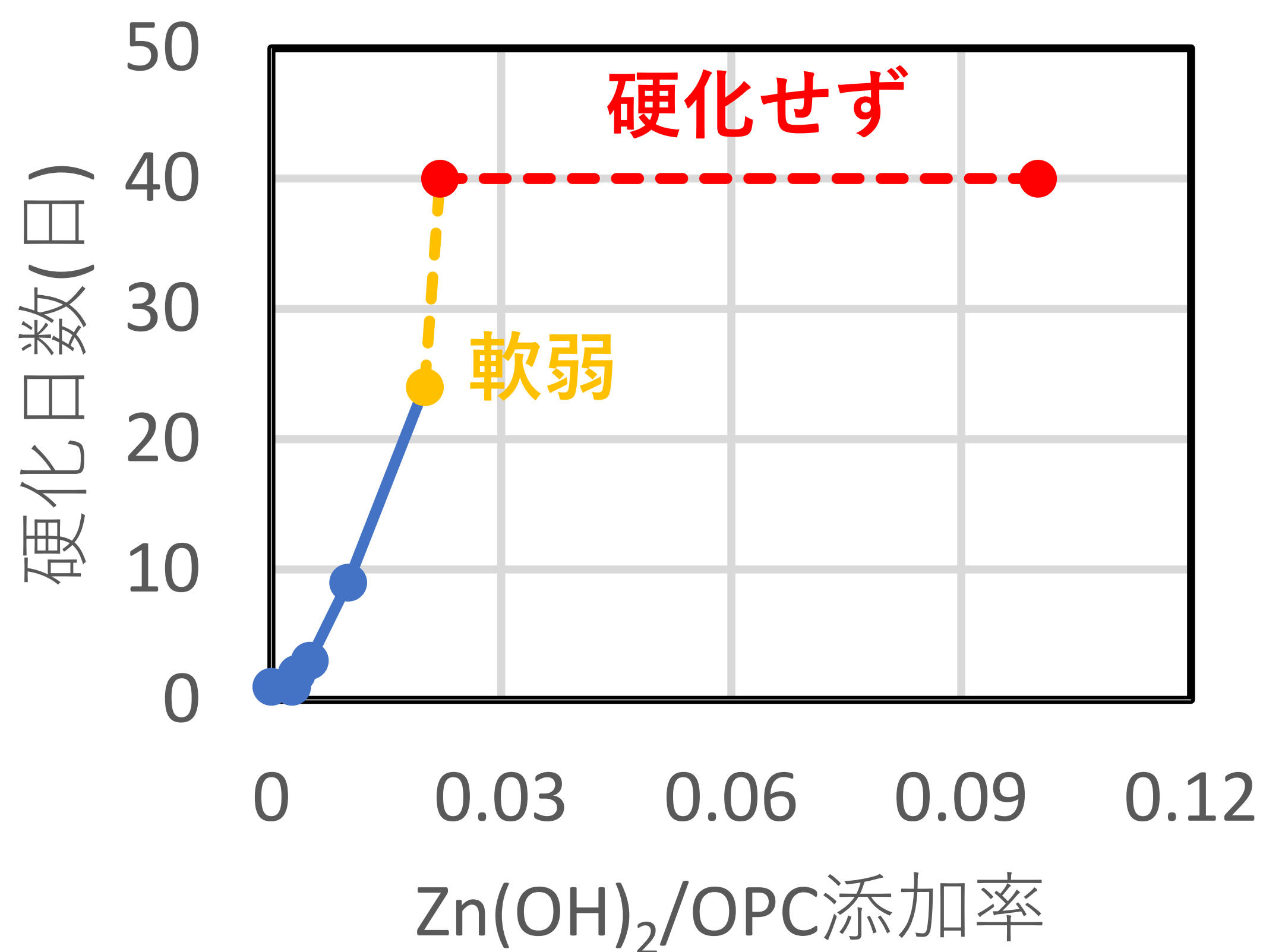
*文献情報による組成範囲

検討した溶融飛灰の主成分(XRD)

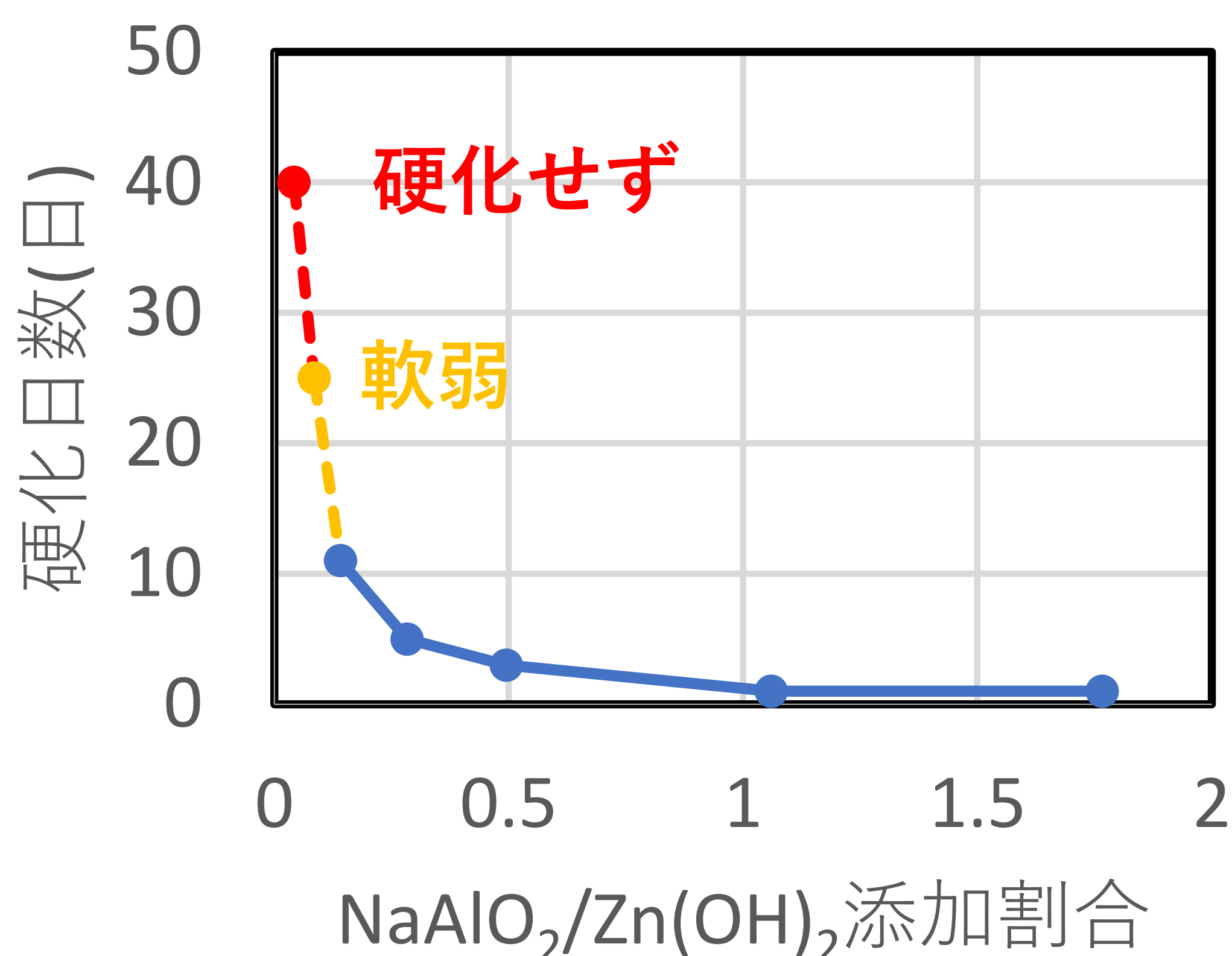
KCl、NaCl、ZnO、アルミノリン酸Na、リン酸Fe、硫酸Na、ほか

硬化阻害成分の検証と対策

- 普通セメント(OPC)にZn(OH)₂を添加し、硬化阻害が起きる添加割合を調査
- W/C=0.50, 40°C封緘養生



- Zn(OH)₂をOPCの10%添加し、アルミン酸Naにより硬化阻害の解消を試みた。
- ヒドロカルマイトCa₂(Al(OH)₆)Cl(H₂O)₂に亜鉛酸アニオンが固定されると推定。



溶融飛灰(MFA)のセメント固型化の要求性能

- 流し込み成形可能な流動性：φ50H50 mmの円筒からの引き抜きスランプフロー70 mm以上
- 圧縮強度：0.98 MPa(材齢7日)
- セメント固型化体体積が元のMFA体積以下

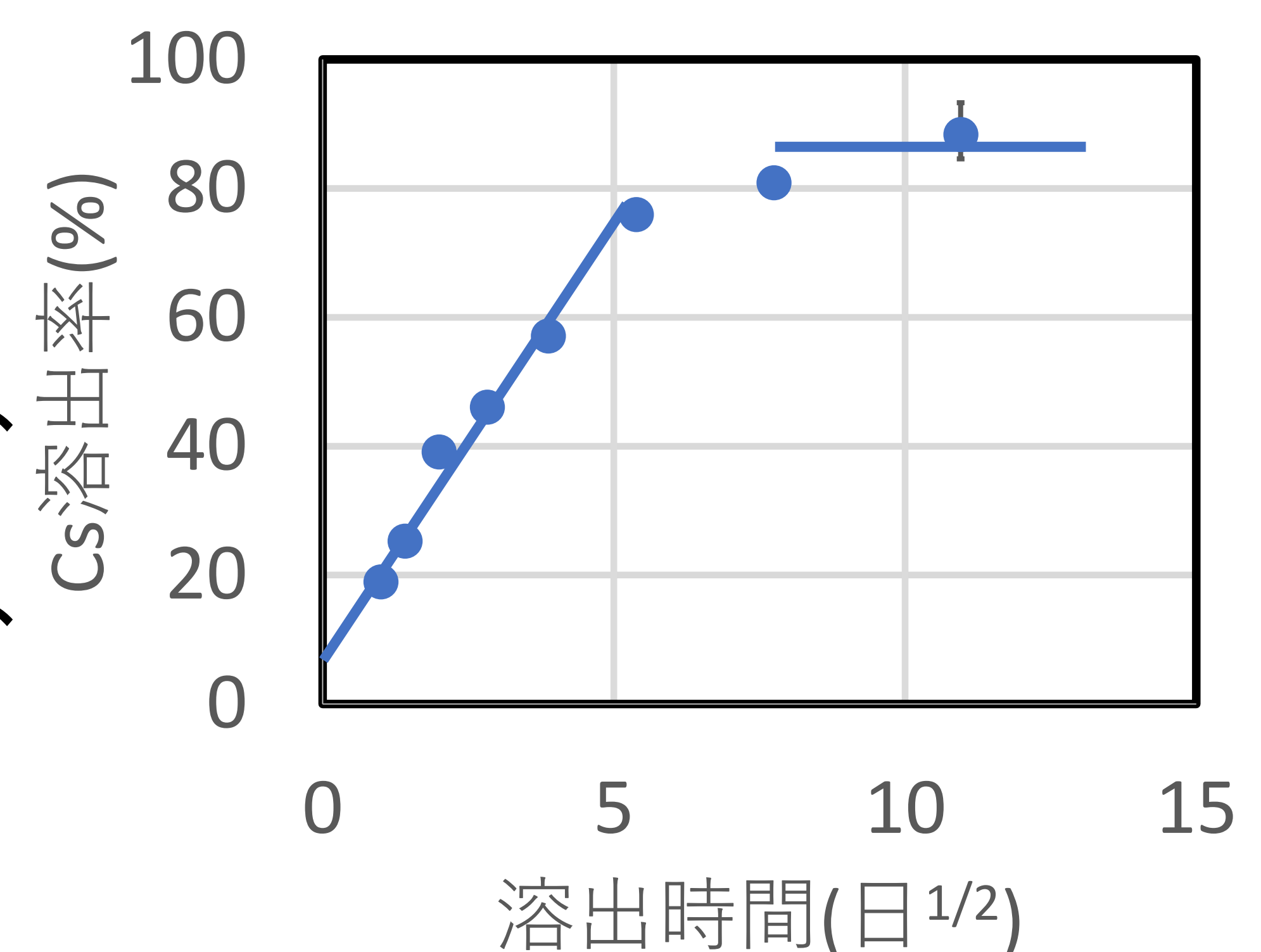
溶融飛灰(MFA)のセメント固型化実験

- MFA(一般施設) かさ密度0.59 g/cm³, Cs=32 ppm
- BB 高炉セメントB種(六価クロム溶出防止のため)
- 水道水+減水剤：ポゾリスNo. 70
- 硬化促進剤：NaAlO₂, CaCl₂, 半水石膏
- 流動性：内径φ50H50 mmの円筒
- 圧縮強度：φ50H100 mm円柱(24°C室内11日間封緘養生)

No	配合割合							7日- mm	強度 MPa
	水	BB	MFA	減水剤	NaAlO ₂	CaCl ₂	石膏		
1	1	1	0.8	-	-	-	-	50	未硬化
2	0.6	1	1.0	0.25	-	-	-	76	未硬化
3	0.6	0.95	1.0	0.25	-	-	0.05	57	未硬化
4	0.6	0.90	1.0	0.25	-	0.10	-	57	0.19
5	0.6	0.80	1.0	0.25	-	0.20	-	58	0.59
6	0.6	0.95	1.0	0.25	0.05	-	-	71	1.9
7	0.6	0.90	1.0	0.25	0.10	-	-	73	6.1
8	0.6	0.92	1.0	0.25	0.05	0.02	-	53	0.94

MFAセメント固型化からのCs溶出

- 液固比10、200rpmの攪拌、液相のCsを定量
- 初期溶出は拡散律速だが、全溶出



まとめ

- ZnOを硬化阻害成分と仮定し、NaAlO₂添加で必要強度を実現
- 他の阻害要因も要検討
- セメント固型化体容積を元のMFA容積の74%に削減
- 灰洗浄・濃縮工程の開発が必要、かつ処分施設検討も必要
- 灰洗浄・濃縮に比べ、処理・処分の手法は確立済み+実績あり
- 管理型処分場が手当てできれば、技術的困難さは小さく、費用算定の確度も高い

参考文献：市川恒樹、山田一夫、東條安匡、亜鉛含有汚染飛灰のセメント固型化に対するアルミン酸ナトリウムの添加効果、第12回環境放射能除染学会研究発表会(投稿中)、安河内隆仁、山田一夫、新井裕之、東條安匡、市川恒樹、遠藤和人、溶融飛灰のセメント固型化手法の検討、同前