

自己充填性を有する ジオポリマーコンクリートの開発

横浜国立大学

大学院都市イノベーション研究院

都市イノベーション部門

教授 藤山 知加子

2024年6月11日

自己充填性を有する ジオポリマーコンクリートの開発

自己充填コンクリート(SCC):

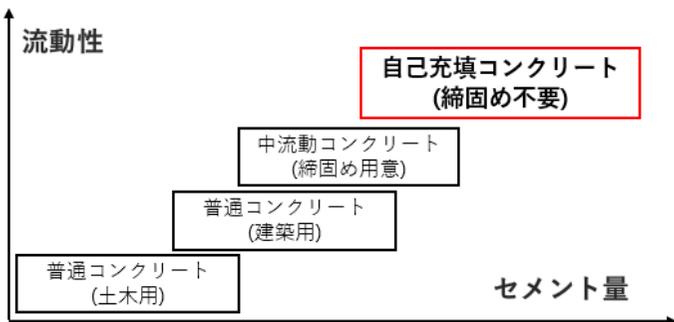
自重のみで型枠の隅々まで充填ができる**締固め不要**のコンクリート

長所

充填不良による初期欠陥の防止(耐久性)
品質における人的要因の減少(信頼性)

短所

必要セメント量が多い



ジオポリマーコンクリート(GC):

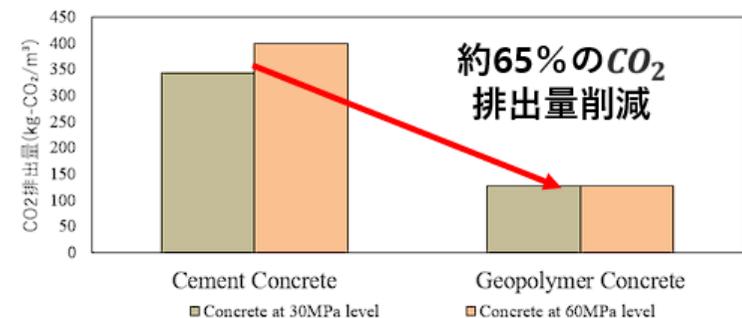
セメントを使用せずアルミナシリカ粉体をアルカリ溶液で硬化させたもの

長所

セメントを使用しないため
 CO_2 の排出低減ができる

短所

アルカリ溶液の粘性が高く施工性に難あり



従来技術とその問題点

既に実用化されている**自己充填コンクリート**
(高流動コンクリート) は国内外にあるが、

- セメント量が多く自己収縮や水和発熱も大きい
- セメント製造時にCO₂の排出量が多い
- 流動性と分離抵抗性を確保するための薬剤のコストが高い

等の問題があり、国内で十分に普及していない。

従来技術とその問題点

既に実用化されている**ジオポリマーコンクリート**は国内外にあるが、

- アルカリ溶液等の材料コストが高い
- 施工時に粘性や可使時間の調整が困難
- 施工性を改善するための特殊な薬剤が必要

等の問題があり、広く利用されるまでには至っていない。

新技術の特徴・従来技術との比較

自己充填ジオポリマーコンクリート(SCGC)とは
ジオポリマー材料の配合最適化によって、セメントベースの従来の自己充填コンクリートと同等のフレッシュ性状(高い流動性と材料分離抵抗性)を実現したジオポリマーコンクリート。

	CO ₂ 排出	高流動性と 材料分離抵抗性	作業安全性
自己充填 コンクリート	△ (セメント製造時)	△ (材料分離に注意)	◎ (締固め不要)
自己充填ジオポリ マーコンクリート (SCGC)	◎ (副産物が原料)	○ (どちらも確保)	◎ (締固め不要)
ジオポリマー コンクリート	◎ (副産物が原料)	△ (流動性・低)	△ (締固め必須)

新技術の特徴・従来技術との比較

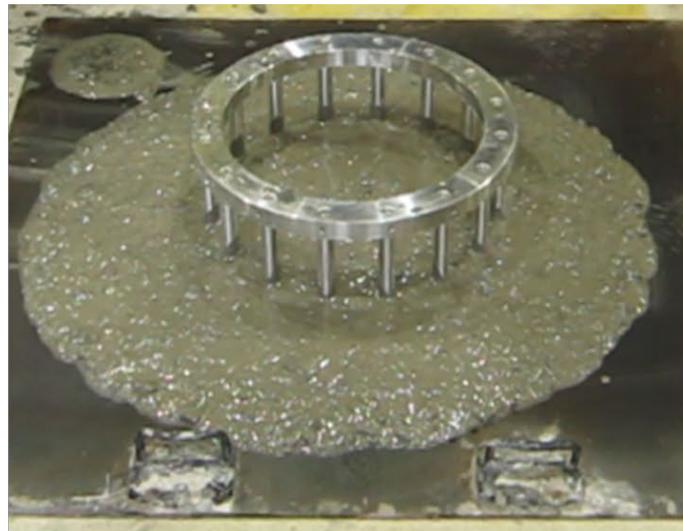
特徴：

- 副産物のみを主原料としているため低炭素社会の実現に貢献できる

従来のジオポリマーコンクリートとの比較：

- セメント用の高性能減水剤（特殊開発薬剤不要）のみで自己充填ランク2※を平均的に達成
- 打設作業時の締固め作業が不要となる（人手不足問題の解消）

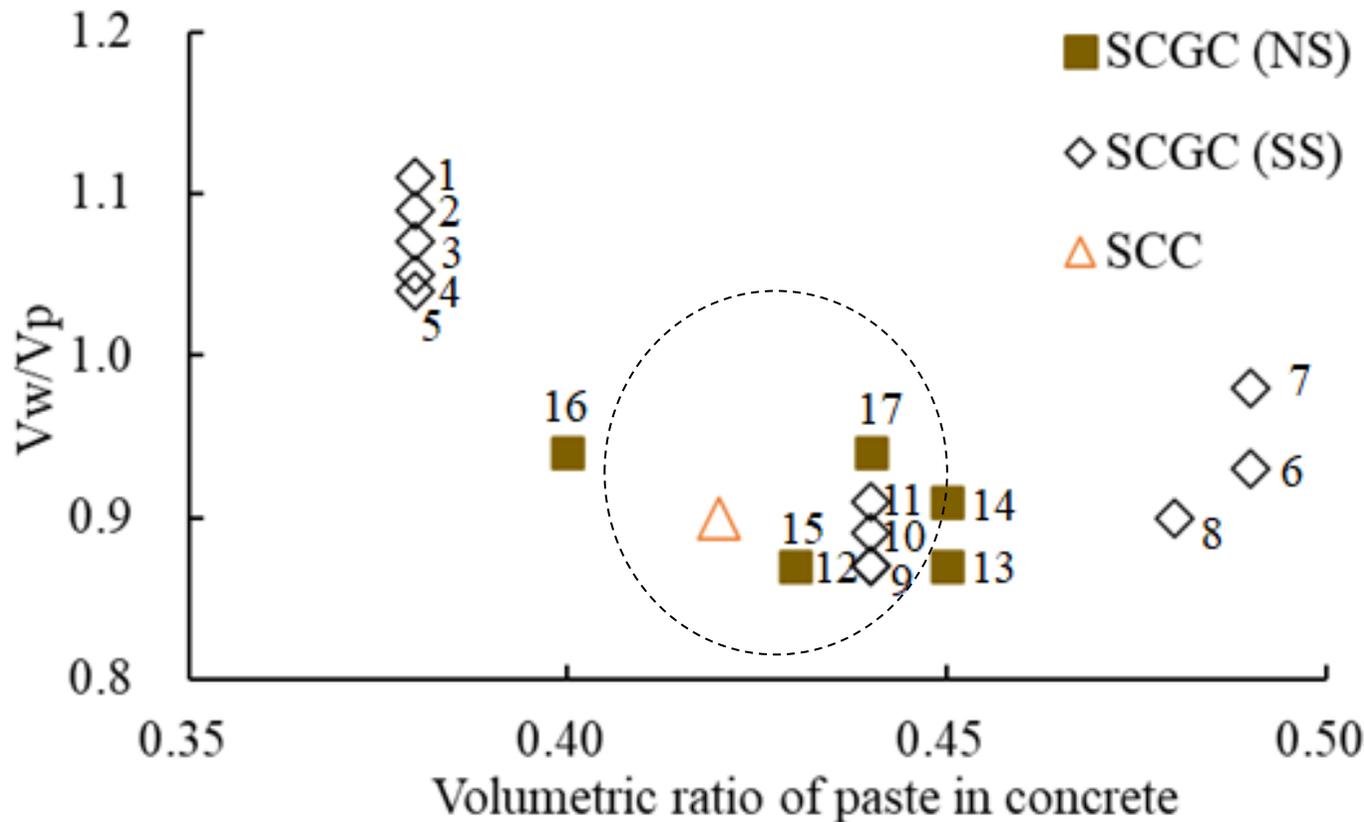
新技術の特徴・従来技術との比較



土木学会が定める自己充填性ランクと項目の例

	ランク1	ランク2	ランク3
スランプフロー(mm)	600-700	600-700	500-650
漏斗の流下時間(s)	9-20	7-13	4-11
U型ボックス充填高さ(mm)	300以上(障害R1)	300以上(障害R2)	300以上(障害なし)

新技術の特徴・従来技術との比較



流動性を高める
ポイントは骨材・
粉体・水の配合を
最適化すること。

推奨値の例（材料によって異なる）

$$0.87 < V_w / V_p < 1.02, \quad 0.40 < V_{\text{paste}} / V < 0.45$$

$$0.40 < G / G_{\text{lim}} < 0.50, \quad 0.33 < V_s / V_{\text{mortar}} < 0.39$$

新技術の特徴・従来技術との比較

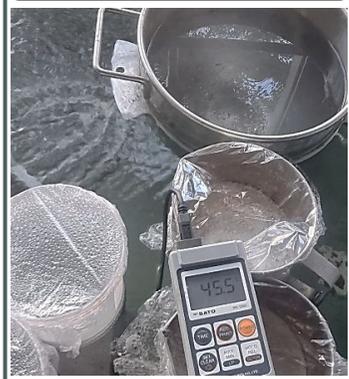


- アルカリ溶液水の粘度を100倍程としているため、薬剤無しでも分離抵抗性は高い

新技術の特徴・従来技術との比較

コンクリート配合	BFS置換率 (BFS/P) (%)	w_{ex}/P (%)	細骨材種類 (陸砂/珪砂)	単位量(kg/m ³)								
				活性フィラー (P)		粗骨材 (G)	細骨材 (S)	アルカリ溶液(AA)			追加水 (w_{ex})	高性能減水剤 (Sp)
				Fly Ash	Slag			Na_2SiO_3	NaOH			
						mol/l	kg/m ³					
BFS0-NS-W10	0	10	陸砂	422.7	0.0	625.7	845.4	181.2	16	72.5	42.3	8.5
BFS0-SS-W10	0	10	珪砂	403.4	0.0	625.7	806.8	172.9	16	69.2	40.3	8.1
BFS20-NS-W10	20	10	陸砂	341.7	85.4	625.7	854.1	183.0	16	73.2	42.7	8.5
BFS20-SS-W10	20	10	珪砂	325.9	81.5	625.7	814.7	174.6	16	69.8	40.7	8.2
BFS30-NS-W10	30	10	陸砂	300.5	128.8	625.7	858.6	184.0	16	73.6	42.9	8.6
BFS30-SS-W10	30	10	珪砂	286.6	122.8	625.7	818.8	175.5	16	70.2	40.9	8.2
BFS0-NS-W12	0	12	陸砂	417.9	0.0	625.7	835.7	179.1	16	71.6	50.1	8.4
BFS20-NS-W8	20	8	陸砂	345.7	86.4	625.7	864.2	185.2	16	74.1	34.6	8.6

材料加温



練り混ぜ



自己充填性試験



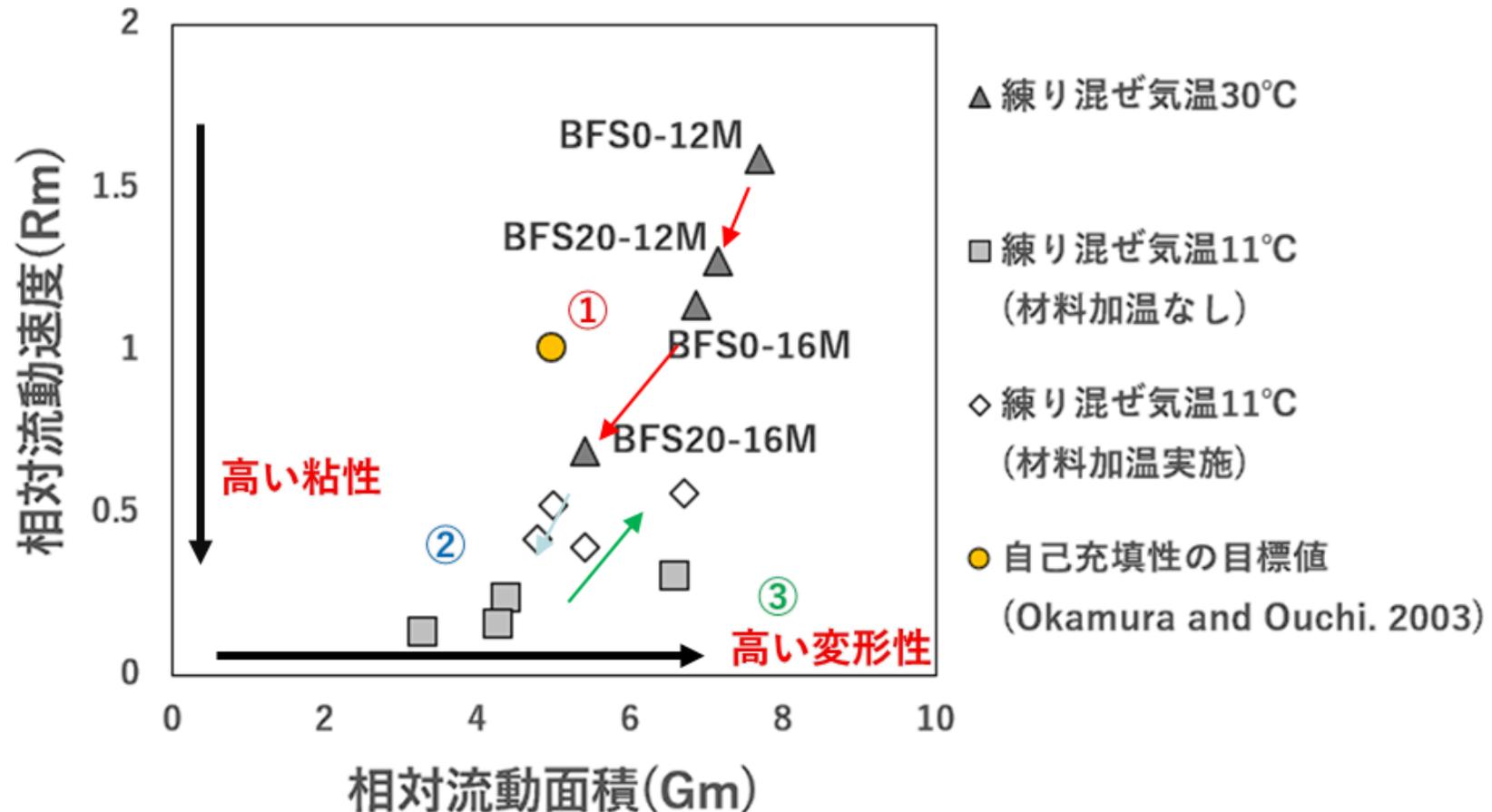
高温養生/封緘養生 (48h60°C/120h20°C)



一軸圧縮試験



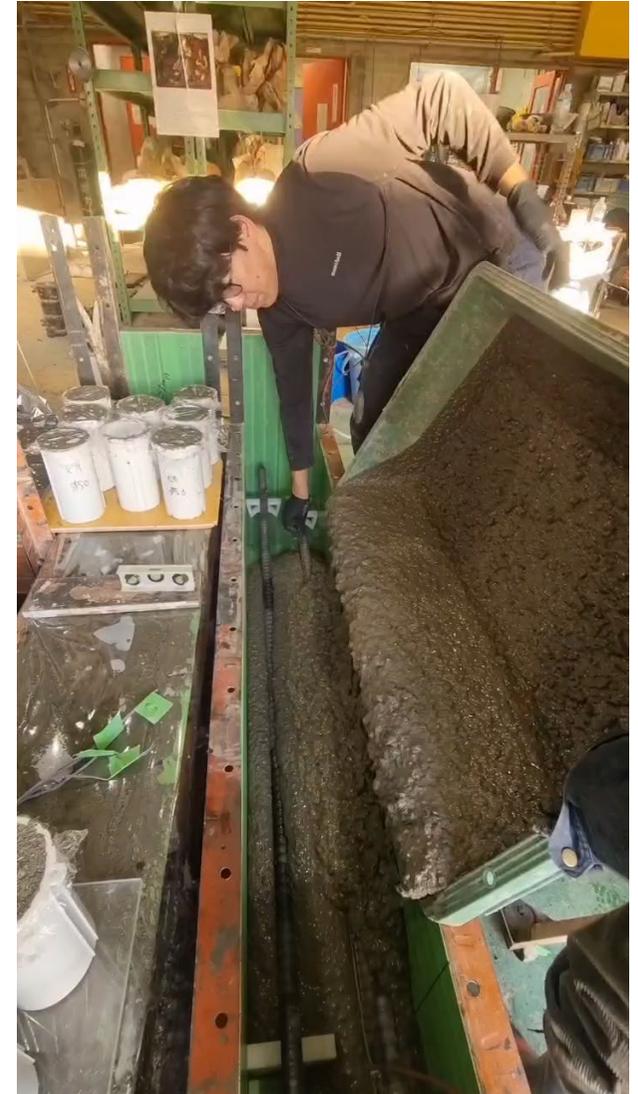
新技術の特徴・従来技術との比較



- フレッシュ性状は練混時温度に敏感

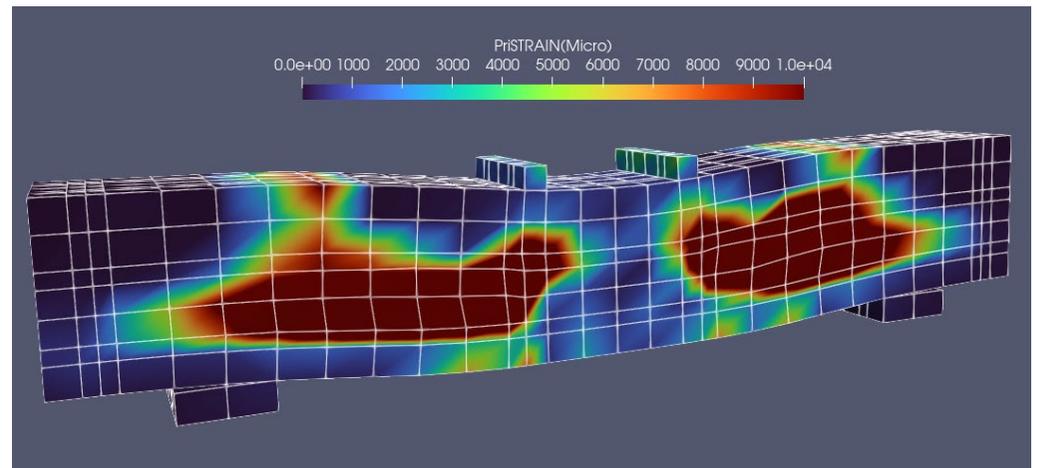
想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、鉄筋コンクリートとして適用すること。自己充填性のメリットが大きい。



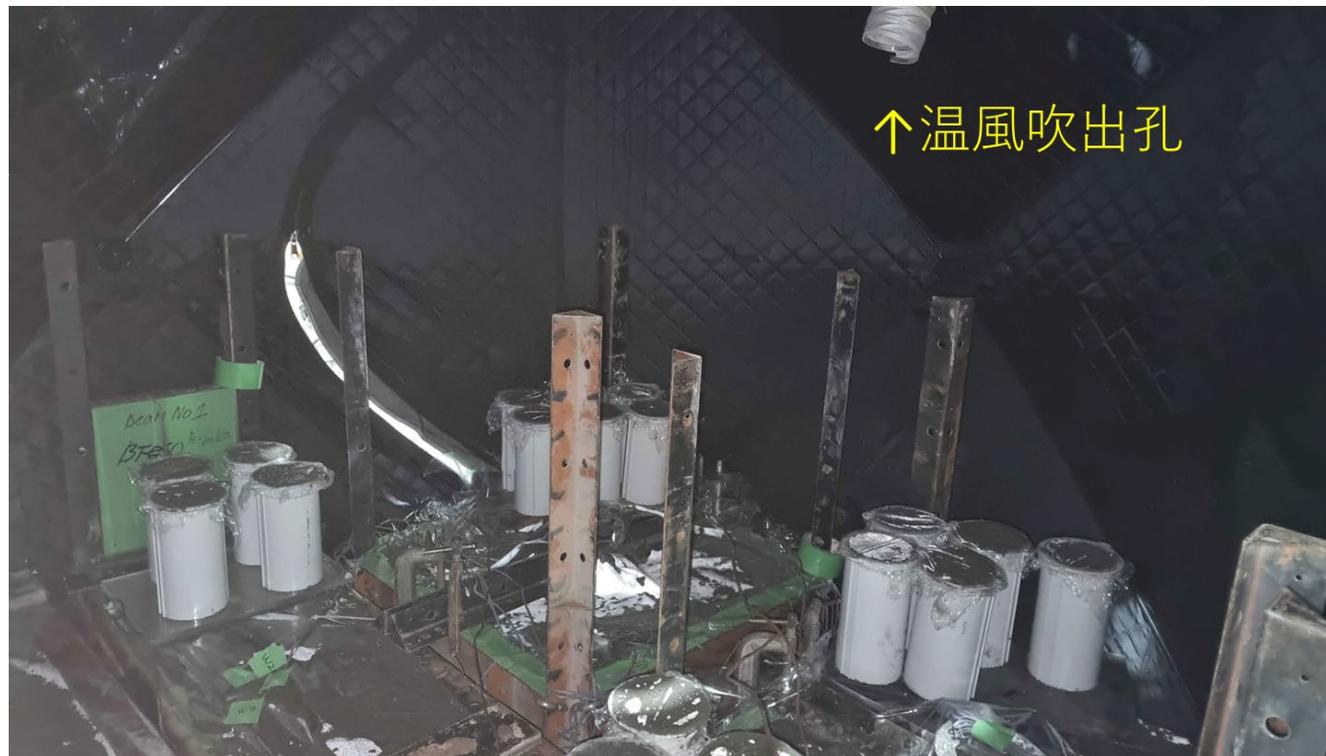
実用化に向けた課題(1)

- 現在，鉄筋コンクリート梁や鋼材埋込基礎部材で，セメントコンクリートと同等の構造性能が得られることは確認済み。
- 今後は長期性能（クリープや乾燥収縮）について評価が必要（実験中）。



実用化に向けた課題(2)

- 現在，50℃程度の養生温度を想定しているため，養生設備への投資あるいは養生温度を下げるためのさらなる材料開発は望まれる



企業への期待

- 未解決の養生温度については、まずは養生設備のある工場製品で適用することが部材寸法形状に応じた最適な条件を見出すことにつながり、解決につながると考えている。
- ポンプ圧送性など現場施工に応じた性能は直接的には確認ができていないため、実証に協力いただければ、今後の普及につながると考えている。

企業への貢献、PRポイント

- 本技術の導入にあたり必要な追加実験を行うことで科学的な裏付けを行うことが可能.
- 本格導入にあたっての技術指導等は可能.

本技術に関する知的財産権(1)

- 発明の名称 : ジオポリマーコンクリート
- 出願番号 : 特願2023-036287
- 出願人 : 横浜国立大学
- 発明者 : 藤山知加子, 前川宏一,
ガフオールムハマドタラ

本技術に関する知的財産権(2)

- 発明の名称 : ジオポリマー組成物の製造方法
- 出願番号 : 特願2021-129754
特開2023-23855
- 出願人 : 横浜国立大学
- 発明者 : 藤山知加子, 前川宏一,
ガフオールムハマドタラ

産学連携の経歴

(ジオポリマーコンクリートに関する項目のみ抜粋)

- 2021年-現在 株式会社IHI社と共同研究実施
「セメノン™」2023年リリース
- 2022年-2023年 クニミネ工業株式会社と共同研究実施
- 2022年-現在 国土交通省関東地方整備局シーズ
マッチングに採択
- 2023年 NEXCO東日本研究助成に採択
- 2023年 大学発ベンチャー
「株式会社灰泥資源研究所」設立

お問い合わせ先

横浜国立大学

研究推進機構 産学官連携推進部門

産学官連携支援室

T E L : 045 - 339 - 4450

F A X : 045 - 339 - 3057

e-mail : sangaku-cd@ynu.ac.jp