

課題番号	GR018
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成 25 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	グローバルマルチスケールモデルによる無機—有機—地圏環境の強連成評価
研究機関・ 部局・職名	東京大学・大学院工学系研究科・教授
氏名	石田哲也

1. 当該年度の研究目的

最終年度として、マルチスケール熱力学連成解析システムと地球化学平衡モデルの統合プラットフォーム全体の検証作業を行う。実験および解析的検討を通じて、侵食性地盤に接したコンクリート構造物の耐久性評価、中規模および実スケール地盤中の六価クロム拡散・溶出評価、コンクリート構造物のひび割れ発生・進展と、ひび割れを介した物質移動現象、地下構造物の長期耐久性評価、解析モデルによるモニタリング指標の解析予測などを行い、システムの精度向上と適用範囲の拡大を図る。また超臨界 CO₂ に作用させたセメント系材料が極めて早い強度発現を示すことが昨年度までの研究により明らかとなったため、詳細な物理化学試験を行うことでメカニズムの解明と新材料開発の実現性を高める。さらに、既存の統合プラットフォーム上に好気性の微生物反応モデルと熱・水・酸素移動モデルを連成させることで、石油系汚染地盤のバイオレメディエーション過程に関する数値解析技術を確立し、実験室レベルの小型供試体および原位置浄化試験データを用いた再現解析を実施する。

2. 研究の実施状況

昨年度までに開発を行ってきた数値解析技術の総合的な検証として、侵食性水溶液に浸漬したセメント系材料の変質分析実験と解析的検証、数十年オーダーの長期間にわたる劣化変性解析、地下水により輸送される六価クロム拡散・溶出マルチスケール解析、小型供試体から周辺地盤—RC 構造物の実スケールまで包含する時間依存変形・損傷応答解析、塩害環境作用の定量化とモニタリング指標である材料比抵抗算定モデルの開発ならびに実構造物内の長期鋼材腐食解析を実施した。マルチスケール統合プラットフォームに実装されるモデルの精度向上と全体システムの適用性拡大に成功した。

超臨界 CO₂ に暴露することで、極若材齢時にセメント系材料が高強度化するメカニズムを、空隙構造および XRD リートベルト解析により明らかにした。炭酸化で生じる CaCO₃ が特に 100nm 付近の空隙を充填し全空隙量をほぼ半減させ、組織を緻密化することで高強度化することが分かった。多量のセメントを使用する水セメント比 20%といった超高強度コンクリートレベルのものと比較しても、空隙構造が顕著に小径化・緻密化しており、超臨界 CO₂ 環境下に特有な強度発現メカニズムであることが示唆された。二酸化炭素を有効活用した高強度・高耐久材料実現の途を拓く研究成果を得た。

原位置バイオレメディエーションによる油汚染土壌の分解プロセスを解析モデルで評価するために、昨年度までにパラメータ同定を行った微生物分解モデルを数値プラットフォームに実装し、小型供試体から原

様式19 別紙1

位置油分分解試験までを統一的な取り扱いで評価可能な手法を構築した。酸素が十分に供給されるスラリー実験, 10 cmの土壌カラムを連結したカラム試験, および酸素除放剤を注入井戸より投入しモニタリング井戸内のTPHを測定した現場適用実験に対して, 各々の条件に則したFEM解析を行った結果, 油分の分解過程を概ね再現することに成功した。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 19 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 7 件 ELAKNESWARAN Yogarajah, 石田哲也: ENHANCED PHYSICO-CHEMICAL-GEOCHEMICAL MODEL COUPLED WITH MICRO-PORE STRUCTURE MODIFICATION TO EVALUATE CEMENTITIOUS MATERIALS IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.35, No.1, 799-804, 2013 Luan Yao, 石田哲也: A two-phase absorption model and simulation on the water absorption of cracked ECC, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.35, No.1, 805-810, 2013 高橋佑弥, 石田哲也, 山本努, 小椋紀彦: 塩害環境下にある地下シールドトンネルの漏水履歴推定と鋼材腐食解析, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.35, No.1, 835-840, 2013 ELAKNESWARAN Yogarajah and Tetsuya ISHIDA: Integrating Physicochemical and Geochemical Aspects for Development of a Multi-scale Modeling Framework to Performance Assessment of Cementitious Materials, Multi-scale Modeling and Characterization of Infrastructure Materials, Niki Kringos, Bjorn Birgisson, David Frost, Linbing Wang (Editors), 63-78, RILEM BOOKSERIES Volume 8, Springer, 2013 Luan Yao, Tetsuya ISHIDA: Enhanced Shrinkage Model Based on Early Age Hydration and Moisture Status in Pore Structure, Journal of Advanced Concrete Technology, Vol.11, 360-373, 2013 高橋佑弥, 石田哲也: 熱力学連成解析によるセメント改良体の六価クロム不溶化・溶出過程の解析, セメントコンクリート論文集, Vol.67, pp.472-479, 2014.2 高橋佑弥, 石田哲也, 岸利治: 微小空隙中の塩化物イオン・液状水移動に着目したセメント硬化体の遮塩性能評価モデル, 土木学会論文集 E2, Vol.70, No.1, pp.118-133, 2014.3 (掲載済み一査読無し) 計 5 件 ELAKNESWARAN Yogarajah、石田哲也: APPLYING COUPLED PHYSICO-CHEMICAL AND GEOCHEMICAL MODELS TO SIMULATE CEMENT-BENTONITE INTERACTION、第 67 回セメント技術大会講演要旨、pp.44-45(2013) LUAN Yao、石田哲也: 二相系吸水モデルによるひび割れを有する ECC の吸水解析、第 67 回セメント技術大会講演要旨、pp.244-245(2013) 追立賢太、石田哲也、Piotr Gonera: 超臨界二酸化炭素に接したセメント系材料の物性変化、第 67 回セメント技術大会講演要旨、pp.324-325(2013) 高橋佑弥、石田哲也: 熱力学-地球化学連成解析システムによる様々な酸化還元環境下の六価クロム溶出解析、第 67 回セメント技術大会講演要旨、pp.332-333(2013) 石田哲也: コンクリート構造物の性能予測技術の現状と展望、特集/インフラの状態評価と将来予測の最前線、土木学会誌, Vol.98, No.11, 24-25, 2013.11 (未掲載) 計 7 件 蓑毛宏明, 石田哲也, 石川智行: 飛来塩分作用下におけるコンクリート表面での塩化物イオン流束モデル, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.36, 2014(掲載決定) 高橋佑弥, Yogarajah Elakneswaran, 林政典, 石田哲也: 空隙壁面の電気的性状を考慮した拡散モデルによるモルタルの塩化物イオン浸透解析, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.36, 2014(掲載決定) 追立賢太, 石田哲也, 樋口隆行, Piotr Gonera: 超臨界 CO₂ を作用させたセメント系材料の高強度発現と空隙構造の変化, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.36, 2014(掲載決定) 米田大樹, 石田哲也, 前川宏一, Esayas Gebreyouhannes: 細孔内水分状態と教連成させた準微細ひび割れモデル, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.36, 2014(掲載決定) Yao Luan, Tetsuya Ishida: Simulation on water adsorption behavior of ECC material with different crack</p>
------------------------	--

様式19 別紙1

	<p>status, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.36, 2014(掲載決定) Yogarajah ELAKNESWARAN, Tetsuya ISHIDA: Chemical Evolution of Cement-based materials in Sodium and Magnesium Sulfate Solutions, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.36, 2014(掲載決定) 木ノ村幸士, 石田哲也: 高温負荷による各種モルタル硬化体の物性変化, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.36, 2014(掲載決定)</p>
<p>会議発表 計 10 件</p>	<p>専門家向け 計 10 件 Hiroaki MINOO, Tetsuya ISHIDA, Gonera Piotr STANISLAW: Thermodynamic Modeling of Carbonation of Cementitious Materials in Contact with Supercritical CO₂, First International Conference on Concrete Sustainability, 27-29 May 2013, Tokyo, Japan 高橋佑弥, 石田哲也: 熱力学連成解析システムによる六価クロム汚染土のセメント不溶化・溶出過程の解析, 第 19 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, pp.446-451 (2013) Tetsuya ISHIDA and Yao LUAN: An improved multi-scale model and numerical simulation of shrinkage behaviors of concrete materials at early age, 5th Biot Conference on Poromechanics, July 10-12, 2013, Vienna, Austria Taiju YONEDA, Tetsuya ISHIDA, Koichi MAEKAWA, Esayas Gebreyouhannes, Tetsuya MISHIMA: Simulation of early-age cracking due to drying shrinkage based on a multi-scale constitutive model, 5th Biot Conference on Poromechanics, July 10-12, 2013, Vienna, Austria Yuya TAKAHASHI and Tetsuya ISHIDA: Modeling of chloride ion ingress and liquid water movement in mortars and concretes with low water-to-cement ratio, Third International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies - SCMT3, August 18-21, 2013, Kyoto Tetsuya ISHIDA and Yuya TAKAHASHI: Modeling of coupled mass transport and chemical equilibrium in cement-solidified soil contaminated with heavy metal ion, Third International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies - SCMT3, August 18-21, 2013, Kyoto ELAKNESWARAN Yogarajah and Tetsuya ISHIDA: Durability of cementitious materials under combined sulfate attack and leaching: development and application of a coupled physiochemical and geochemical model, Third International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies - SCMT3, August 18-21, 2013, Kyoto Yao Luan and Tetsuya Ishida: Simulation on water absorption behavior of cracked ECC material based on a two-phase absorption model, CONSEC13 - Seventh International Conference on Concrete under Severe Conditions - Environment and Loading, 23-25 September 2013, Nanjing, China. Yao Luan and Tetsuya Ishida: NUMERICAL SIMULATION ON THE BIOREMEDIATION OF OIL CONTAMINATED SOIL USING A MICROBIOLOGICAL REACTION MODEL, SSMS13 The 9th International Symposium on Social Management Systems, 2-4 December 2013, Sydney, Australia. Yao Luan and Tetsuya ISHIDA: Numerical Simulation on Oil Bioremediation of In-situ Soil Using a Microbial Model, 24th Annual International Conference on Soil, Water, Energy, and Air, 17-20 March, 2014, San Diego, California.</p> <p>一般向け 計 0 件</p>
<p>図 書 計 0 件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状 況 計 0 件</p>	<p>(取得済み) 計 0 件 (出願中) 計 0 件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>http://concrete.t.u-tokyo.ac.jp/jisedai_ishida/index.html 最先端・次世代研究開発支援プログラム「グローバルマルチスケールモデルによる無機－有機－地圏環境の強連成評価」ポータルサイト</p>

様式19 別紙1

<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>2013年8月5日に、山梨県立都留高等学校 SSHコース2年生43名(引率教諭2名)に対して、東京大学にてオープンキャンパスを実施し、最先端の研究事例の紹介、本郷キャンパス内ツアー、研究室見学(コンクリート研、橋梁研、地盤研)を行った。2013年8月7日には、東京大学の企画「東大の研究室をのぞいてみよう」の一環として研究室公開を実施し、群馬県立桐生高校の生徒3名に対して研究紹介を行った。2013年8月8日には、東大オープンキャンパス2013工学部コースの企画として、各地より集まった27名の高校生に対し最先端の研究の説明を行った。2013年9月27日には、都留高等学校の1年生240名に対して、「都留高校で学んだことと大学での先端研究」と題して、都留高等学校にて講演を実施した。</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載計2件</p>	<p>月刊ダム日本, インタビュー「ダムの今」 一何か起きたときのリスクのあるシナリオをきちんと一般の人に伝えていかないとー, 60-74, 2013.6 ギズモードジャパン, 「えっ、家庭のゴミがコンクリートになるの? 超身近な奇跡の材料について東京大学コンクリート研究室で聞いてきた」, 2014.03.25 http://www.gizmodo.jp/2014/03/post_14027.html</p>
<p>その他</p>	

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	121,000,000	81,620,000	39,380,000	0	0
間接経費	36,300,000	24,486,000	11,814,000	0	0
合計	157,300,000	106,106,000	51,194,000	0	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	75,817	39,380,000	0	39,455,817	39,455,817	0	1,050
間接経費	23,991,000	11,814,000	0	35,805,000	35,805,000	0	0
合計	24,066,817	51,194,000	0	75,260,817	75,260,817	0	1,050

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	12,643,163	実験材料、実験試薬、ミキサーミル、コンパレータ等
旅費	8,952,865	研究打合せ旅費、成果発表(RILEM, BIOT, STCM他)旅
謝金・人件費等	15,694,071	特任研究員3名人件費、研究補助学生謝金
その他	2,165,718	実験資材廃棄処理費、機器修理費、学会参加登録費等
直接経費計	39,455,817	
間接経費計	35,805,000	
合計	75,260,817	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
高強度コンクリート用コンプレッソメータ	CM-10H	1	945,000	945,000	2013/10/15	東京大学
スイッチボックス	ASW-50C	1	894,600	894,600	2013/10/25	東京大学
ミキサーミル	MM400	1	1,417,500	1,417,500	2013/11/15	東京大学
小径コア切断機	MIC-194-0-66	1	892,080	892,080	2013/12/9	東京大学
大型ふるい振とう機	MIC-110-1-11	1	950,250	950,250	2013/12/11	東京大学
ダイヤルゲージ式コンクリートコンパレータ	丸東製作所製	1	840,000	840,000	2014/1/30	東京大学