

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 24 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・准教授
氏名	石田哲也

1. 当該年度の研究目的

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に、ナトリウム、カリウム、水酸基、硫酸イオン、カルシウム、六価クロムなどの複数種イオンの移動・平衡・反応モデルの実装を行うとともに、酸化還元環境の評価を可能とする地盤モデルの構築を行う。続いて構造物の耐久性を損なう初期ひび割れを精度よく追跡するために、微視的機構に立脚した収縮駆動モデルの構築および実構造物スケールを再現した大規模解析を実施する。また二酸化炭素地下貯留施設の安定性評価を目的として、超臨界 CO<sub>2</sub> 作用下におけるセメント系材料の炭酸化実験を行い、暴露後の物性変化を詳細に分析する。さらに地中構造物および陸上構造物の耐久性を評価することを目的として、日本全国におけるエアロゾル発生データベースと飛来・輸送・付着モデルの統合および地中地下水の作用による地下構造物の劣化予測解析を実施する。

2. 研究の実施状況

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上に、複数種(12 種)のイオン移動・平衡・反応モデル、系内の相変化に基づく空隙構造形成モデル、および酸化還元電位評価モデルの実装に成功した。また石油系汚染地盤を対象として、微生物分解反応の数量化試験に取り組み、モデルパラメータの同定を試みた。様々な地盤環境下での無機・有機の反応・拡散・吸着平衡などを取り扱うことが可能なシステムの構築を行ったものである。また構造物の性能低下をもたらすひび割れ発生・進展を予測するため、幅広い配合条件に対して精度よく収縮挙動を予測するモデルの高度化、拘束を受ける部材レベルのひび割れ発生基準の検討とひび割れ進展予測、収縮を受けた構造性能の変化について検討を行い、小型供試体の挙動から部材・構造レベルを一括して解く数値解析技術の確立に成功した。

二酸化炭素貯留施設(CCS)の耐久性を評価するために、超臨界 CO<sub>2</sub> に接した場合の中性化進行、物性変化(圧縮強度と空隙率の変化)について検討を行った。当初全く予想しないものであったが、超臨界 CO<sub>2</sub> に暴露することで、通常のセメント系材料よりも、同一材齢において 2 倍強の圧縮強度が発揮されることが分かった。従来、多量のセメントを使用してのみ発現する強度レベルが、通常の配合で達成可能であることから、CCS の長期安定性評価のみならず、省資源・低環境負荷の新材料開発につながる萌芽を得ることが出来た。

様式19 別紙1

また地中構造物および陸上構造物の耐久性評価を目的として、過去の暴露試験データベース(土木研究所資料)と飛来塩分の発生・輸送モデルの検証を行うとともに、海水を含む地下水が作用したトンネルの鋼材腐食解析を実施した。数十年の供用を経た実際のトンネルからデータを採取し、解析結果と比較を行った結果、提案手法は鋼材腐食の進展を妥当に評価することが可能であることが分かった。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 12 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 6 件                  Yao LUAN, 石田哲也: Simulation of shrinkage behaviors based on early age hydration and moisture state in pore structure, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.34, No.1, 448-453, 2012                  高橋佑弥, 石田哲也, 岸利治: 低水セメント比領域に着目したコンクリート中の塩分浸透および液状水移動に関する熱力学連成解析の高度化, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.34, No.1, 796-801, 2012                  Yogarajah ELAKNESWARAN and Tetsuya ISHIDA: Coupled physical and geochemical model for external sulfate attack in concrete, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.34, No.1, 754-759, 2012                  石田哲也, 埴岡沙紀, 北篤佳, Ho Thi Lan Anh, 松田芳範: 現地観測に基づく飛来海塩粒子の発生・輸送モデルの検証とモルタル内部への塩分浸透量の評価, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.12, 113-120, 2012                  石田哲也, Luan Yao: 水和収縮と細孔内水分の形態に立脚した収縮駆動モデルの再構築, 土木学会論文集 E2, Vol.68, No.4, 422-436, 2012                  Praj-ya Sungsoomboon, Taweep Chaisomphob, Nattakorn Bongochgetsakul and Tetsuya Ishida: Pilot-scale tests of an innovative 'serial self-turning reactor' composting technology in Thailand, Waste management and research, 31 (1), 1-11, January 2013                  (掲載済み一査読無し) 計 3 件                  養毛宏明, 石田哲也, 高橋佑弥: 超臨界 CO<sub>2</sub> と接したセメントペーストの炭酸化進行モデルの構築, 第 66 回セメント技術大会講演要旨, 134-135, 2012.5                  高橋佑弥, 石田哲也: セメントペーストによる六価クロム固定量試験と熱力学連成解析を用いた不溶化汚染土の溶出解析, 第 66 回セメント技術大会講演要旨, 232-233, 2012.5                  石田哲也, 高橋佑弥: マルチスケール熱力学連成解析システムによるセメント改良地盤からの六価クロム溶出影響評価, 環境安全(ISSN 0910-125X), 135, 3-8, 2012.12                  (未掲載) 計 3 件                  Yogarajah ELAKNESWARAN and Tetsuya ISHIDA: Enhanced physicochemical-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, 2013(掲載決定)                  Yao LUAN and Tetsuya ISHIDA: A two-phase 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, 2013(掲載決定)                  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, 2013(掲載決定)</p>
<p>会議発表 計 5 件</p>	<p>専門家向け 計 5 件                  Luan, Y. and Ishida, T.: Simulation of autogenous and drying shrinkage based on micro-pore structure and internal moisture states, Proceedings of the 2nd International Conference on Microstructural- related Durability of Cementitious Composites - Microdurability 2012, Amsterdam, Netherlands, Apr. 2012                  Yogarajah ELAKNESWARAN and Tetsuya ISHIDA: Development of a physical and geochemical model for long-term performance of cementitious materials, The 8th International Symposium on Social Management Systems SSMS2012, Kaohsiung, Taiwan, May, 2012.                  Hayato IKOMA, Taijyu YONEDA and Tetsuya ISHIDA: Modeling of diffusive and advective transport of ionic species in cemented soil, The 11th International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega City in Asia, Ulaanbaatar, Mongolia, Oct, 2012.                  Tetsuya ISHIDA and Yogarajah ELAKNESWARAN: Development of a coupled physicochemical and geochemical model and its application to performance assessment of cementitious materials in aggressive environment, Internal Workshop on Structural Life Management of Underground Structures, Korea, Oct, 2012 (Invited)                  Hiroaki Minoo, Tetsuya Ishida and Yuya Takahashi: Thermodynamic modeling of carbonation of cementitious materials in contact with supercritical CO<sub>2</sub>, International Conference on Greenhouse Gas Technologies</p>

様式19 別紙1

	(GHGT-11), Kyoto, Japan, Nov., 2012 一般向け 計0件
図書 計1件	C3 クリップボード[コンクリート化学編], 社団法人セメント協会, 2013(分担執筆)
産業財産権 出願・取得状 況 計0件	(取得済み) 計0件  (出願中) 計0件
Webページ (URL)	<a href="http://concrete.t.u-tokyo.ac.jp/jisedai_ishida/index.html">http://concrete.t.u-tokyo.ac.jp/jisedai_ishida/index.html</a>
国民との科 学・技術対話 の実施状況	2012年8月6日に、山梨県立都留高等学校 SSHコース2年生51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。また2012年9月28日には、同じく都留高等学校 SSHコースの1年生232名に対して、「鶴高校で学んだことと大学での先端研究」と題して講演を実施した。
新聞・一般雑 誌等掲載 計1件	セメント新聞, 2013年(平成25年)3月18日, 13頁, 土木学会コンクリート委員会特集「セメント系構築物と周辺地盤の化学的相互作用研究小委員会」
その他	

4. その他特記事項

## 実施状況報告書(平成24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	42,630,000	38,990,000	39,380,000	0
間接経費	36,300,000	12,789,000	11,697,000	11,814,000	0
合計	157,300,000	55,419,000	50,687,000	51,194,000	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	151,459	38,990,000	0	39,141,459	39,065,642	75,817	0
間接経費	12,294,000	11,697,000	0	23,991,000	0	23,991,000	0
合計	12,445,459	50,687,000	0	63,132,459	39,065,642	24,066,817	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	9,041,580	計算PC, ガスクロマトグラフ、恒温恒湿器、実験材料等
旅費	5,421,887	現地調査旅費、研究打合せ旅費、成果発表旅費
謝金・人件費等	18,336,113	博士研究員2名、学術支援専門職員1名 雇用
その他	6,266,062	鉄筋腐食診断器レンタル、解析委託、学会参加登録費等
直接経費計	39,065,642	
間接経費計	0	
合計	39,065,642	

## 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
ワークステーション	Dell PrecisionT7500	1	983,775	983,775	2013/6/4	東京大学
ワークステーション	HP Z820/CT	1	997,500	997,500	2013/10/15	東京大学
ガスクロマトグラフ (中古機)島津製	GCMS-QP2010	1	2,205,000	2,205,000	2013/10/31	東京大学
恒温恒湿器	IH400型	1	698,250	698,250	2013/11/8	東京大学