

21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	東京工業大学	学長名	伊賀健一	拠点番号	H07	
1. 申請分野	F<医学系> G<数学、物理学、地球科学> <u>H<機械、土木、建築、その他工学></u> I<社会科学> J<学際、複合、新領域>					
2. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	都市地震工学の展開と体系化 (Evolution of Urban Earthquake Engineering)					
研究分野及びキーワード	<研究分野: 土木工学>(地震工学)(耐震構造)(地震防災)(防災計画)(設計論)					
3. 専攻等名	総合理工学研究科人間環境システム専攻、理工学研究科土木工学専攻、理工学研究科建築学専攻、理工学研究科国際開発工学専攻、総合理工学研究科環境理工学創造専攻、情報理工学研究科情報環境学専攻					
4. 事業推進担当者	計 20 名					
ふりがなくローマ字) 氏 名	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学 位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)			
(拠点リーダー) OHMACHI TATSUO 大町 達夫 TOKIMATSU KOHJI 時松 孝次 KAWASHIMA KAZUHIKO 川島 一彦 KASAI KAZUHIKO 笠井 和彦 YAMADA SATOSHI 山田 哲 MIDORIKAWA SABUROH 翠川 三郎 YAMANAKA HIROAKI 山中 浩明 HOTTA HISATO 堀田 久人 MIKI CHITOSHI 三木 千壽 KUSAKABE OSAMU 日下部 治 HAYASHI SHIZUO 林 静雄 NIWA JUNICHIRO 二羽淳一郎 AOKI YOSHITSUGU 青木 義次 OSARAGI TOSHIHIRO 大佛 俊泰 OHNO RYUZO 大野 隆造 TAKIGUCHI KATSUKI 瀧口 克己 WADA AKIRA 和田 章 SEO KAZUOH 瀬尾 和夫 MORIKAWA HITOSHI 盛川 仁 UEDA TAKAYUKI 上田 孝行 (平成17年4月1日辞退)	総合理工学研究科 人間環境システム専攻・教授 理工学研究科 建築学専攻・教授 理工学研究科 土木工学専攻・教授 総合理工学研究科 人間環境システム専攻・教授 総合理工学研究科 環境理工学創造専攻・准教授 総合理工学研究科 人間環境システム専攻・教授 総合理工学研究科 環境理工学創造専攻・准教授 理工学研究科 建築学専攻・准教授 理工学研究科 土木工学専攻・教授 理工学研究科 土木工学専攻・教授 総合理工学研究科 環境理工学創造専攻・教授 理工学研究科 土木工学専攻・教授 総合理工学研究科 環境理工学創造専攻・教授 理工学研究科 土木工学専攻・教授 総合理工学研究科 環境理工学創造専攻・教授 総合理工学研究科 人間環境システム専攻・教授 情報理工学研究科 情報環境学専攻・准教授 総合理工学研究科 人間環境システム専攻・教授 情報理工学研究科 情報環境学専攻・教授 総合理工学研究科 環境理工学創造専攻・教授 総合理工学研究科 人間環境システム専攻・教授 総合理工学研究科 人間環境システム専攻・准教授 理工学研究科 国際開発工学専攻・助教授	地震工学 工学博士 地盤地震工学 工学博士 耐震工学 工学博士 耐震工学 Ph. D 耐震工学 博士(工学) 工学地震学 工学博士 複合構造 博士(工学) 橋梁工学 工学博士 地盤工学 Ph. D 鉄筋コンクリート構造 工学博士 コンクリート工学 工学博士 防災都市計画 工学博士 防災都市計画 博士(工学) 環境心理学 工学博士 都市安全工学 工学博士 耐震工学 工学博士 地震工学 工学博士 博士(工学) 土木計画学 博士(工学)	防災教育システム、統括 (サブリーダー) リアルタイム地盤探査・高耐震基礎、環境整備 スマート材料構造、国際連携 インテリジェント制振・免震、国際連携 スマート材料構造、広報 リアルタイム地震情報システム、出版 地震ハザードシミュレーション、若手育成 地震被害シミュレーション、出版 都市施設の健全性評価、産学連携 地盤・地下空間の防災、教育システム 耐震補強、企画調整 低環境負荷耐震補強、企画調整 延焼防止計画、防災教育講座 広域避難計画、広報 防災ユニバーサルデザイン、教育システム 性能型設計戦略、若手育成 損傷制御設計、産学連携 地震リスク評価、留学生対応 地震リスク評価、防災教育講座 防災投資評価、留学生対応			
5. 交付経費(単位:千円)千円未満は切り捨てる () : 間接経費						
年 度(平成)	1 5	1 6	1 7	1 8	1 9	合 計
交付金額(千円)	196,000	217,700	218,400	220,000 (22,000)	220,000 (22,000)	1,072,100

6. 拠点形成の目的

本プログラムでは、我が国はもとより世界の地震国の最大の懸案である「大都市の震災軽減技術」の高度化を図り、安心して安全な都市を創成する技術開発とこれを実践に移す研究教育を推進することを目的とする。このため、無秩序に発展し防災力の低下した都市を再生させるため、都市地震防災のための新たな学術の進歩と新技術の開発を、以下の3分野に対して行ない、その成果を「都市地震工学」として展開、体系化し、世界最高水準の研究教育拠点「都市地震工学センター」を形成する。

(1) 地震防災先端技術：安全な都市や社会を創成するため、最先端技術、新材料、次世代IT情報通信技術を活用し、高精度震災シミュレーション技術、スマートマテリアル構造、インテリジェント制振・免震、リアルタイム地盤探査、高耐震基礎、リアルタイム地震情報システムの高度化と実用化を図る。

(2) 都市再生防災技術：老朽化、疲弊化して防災力の乏しい過密都市を、経済性、環境、弱者にも配慮し、安心して安全な都市に再生するための防災技術として、都市施設の健全性評価、地盤・地下空間の防災、既存不適格建造物の耐震補強技術、環境低負荷型耐震補強、延焼防止地域計画、広域避難計画、災害弱者のための防災ユニバーサルデザインの高度化と実用化を図る。

(3) 都市防災技術戦略：人と環境に優しい防災都市づくりのための基本構想と技術戦略として、防災投資評価、地震リスク評価、性能型設計戦略、損傷制御設計、防災教育システムの高度化と実用化を図る。

本学の地震工学分野の教員は質・量ともに世界トップクラスの実績があるが、大岡山、すずかけ台両キャンパスの3研究科6専攻にまたがって活動してきた。世界に誇れる研究を育て、揺るぎないものにするという本学の将来構想に沿い、この研究集団は、イノベーション研究推進体（大都市震災のリスク軽減技術）に指定され、学内の共同研究はもとより、多数の国際会議、国際ワークショップなどの共同主催や国際共同研究を通して、精力的な連携研究活動を行っている。本プログラムにより、その研究教育基盤をより強力に整備・統合させることで、都市地震工学に関する国際的研究、連携はもと

より、教育に関しても世界最高水準の中核的拠点を形成する。

1995年阪神・淡路大震災や米国の1989年ロサンゼルス地震、1994年ノースリッジ地震により近代都市が地震に対して極めて脆弱であることが改めて強く認識された。このように成熟化した現代の大都市では、都市機能の過密化・高度化、施設の老朽化・既存不適格化、住民の高齢化が進み、内在する災害リスクは複雑化・深刻化し、過去に経験のない規模や形態の災害が危惧される。現在、我が国は地震活動期に入り、都市直下地震や海溝型地震の切迫性も指摘されている。大都市が内在する地震リスクを軽減し、安全で快適な都市に再生させるため、革新的技術開発とこれを統合して実践展開することが急務である。このような背景から、本プログラムでは、国内外の研究機関、民間機関、行政やNPOなどと積極的に連携して、都市地震工学に関する研究とその実践展開を強力に推進する。同時に、大学院博士後期課程に、海外連携大学への留学研修や民間機関等へのオンジョブトレーニングを組み込んだ特別コースを設置し、社会人、発展途上国からの留学生をも広く受け入れ、防災技術者として国際社会においてリーダーシップをとることのできる人材・知材を育成する。

7. 研究実施計画

(1) 都市地震工学に関する研究の推進と「都市地震工学センター」の創設

都市を構成する市民、都市施設、都市システムの地震時災害を格段に軽減するため、(1)地震防災先端技術、(2)都市再生防災技術、(3)都市防災技術戦略を研究の3本柱として、ハード面からソフト面までの広範囲な研究を以下の具体的テーマを設けて推進する。

(1) 地震防災先端技術（時松、川島、笠井、翠川、堀田、山田、山中）：安全な都市や社会を創成するための最先端技術として、高精度震災シミュレーション技術、スマートマテリアル構造、インテリジェント制振・免震構造、リアルタイム地盤探査、高耐震基礎、リアルタイム地震情報システムに関する開発と実用化に関する研究。

(2) 都市再生防災技術（三木、林、二羽、日下部、青木、大佛、大野）：老朽化、疲弊化した

都市・社会を再生化するための防災技術として、都市施設の健全性評価、地盤と地下空間の総合防災技術、既存不適格建造物の耐震補強技術、環境低負荷型耐震補強技術、延焼防止地域計画、広域避難計画、災害弱者のためユニバーサルデザインに関する開発と実用化に関する研究。

(3) 都市防災技術戦略(大町、瀧口、和田、瀬尾、盛川、上田)：人と環境にやさしい防災都市創成のための基本技術戦略として、地震リスク評価、防災投資評価、性能型設計戦略、損傷制御設計、防災教育システムに関する開発と実用化に関する研究。

以上を新たに「都市地震工学」として学問的体系化を図り、これまで世界に例を見ない「都市地震工学センター」を我が国首都圏に創設し、これを核として積極的に研究教育ならびに国際交流を実施して、研究と人材教育の両面で国際社会に貢献する。

(2) 研究教育環境施設の整備

研究拠点形成に参加する6専攻の研究教育環境施設を有機的に結びつけ、研究教育効果を実効あるものとするため、高性能動的実験システム、緊急時対応評価システム、高速破壊現象計測システム、地震時人間行動計測システムなどの基盤研究設備や、大岡山と長津田の各研究室、国内外の連携研究機関との間でインターネット会議やマルチメディア講義が可能な基盤IT教育設備を導入することで、研究教育環境を整備し、外部にも開かれた運営を行う。

(3) 博士課程特別コースの新設等による世界をリードする若手防災研究者・専門家の養成

以下の目的をもって、「教育実施計画」に記載のような都市地震工学の特別コースを新設する。

- ① 外国人招聘教員を含む複数指導体制による幅広い視野と柔軟な思考の育成。
- ② 短期集中語学訓練による国際コミュニケーション能力の飛躍的向上。
- ③ 国際会議、国際共同研究参加と海外拠点校研修による国際的視野向上と若手の国際ネットワーク形成。
- ④ 連携研究機関でのオンジョブトレーニングによる実践力の養成。
- ⑤ 魅力ある研究教育施設と充実した英語教育によるアジア、欧米からの優秀な留学生の

吸収。

- ⑥ 都市地震工学シリーズ専門書の出版による最新知識・技術の普及と伝承。
- ⑦ 若手を早期に自立させて研究させるため、若手教員、ポスドクや博士課程学生に対する、競争的自由裁量研究費の配分。

(4) 国際共同研究、国際貢献の推進

「都市地震工学センター」では、欧米先進国の先端研究機関との国際共同研究の実施、日米、日欧間の国際シンポジウム等を企画・開催し、若手研究者や大学院生を含めた国際交流を積極的に行う。また、アジア圏に存在する巨大都市、開発途上国の人口過密都市における地震防災技術の向上のため、地震工学セミナーなどを実施し、国際的に貢献する。地震防災技術を実効あるものとするためには、国内外の行政機関や研究機関との連携が不可欠であり、これらの組織と一層の協調を図り、都市地震防災対策の実践展開を推進する。

(5) 一般市民への防災教育の推進

研究拠点形成の中で得られた知見を、公開セミナー、インターネット都市地震工学講座開設などにより、広く開示し、一般市民への防災教育を推進する。

8. 教育実施計画

(拠点形成の際に実施される教育関係の取り組み計画を将来的に見た研究人材等の創出の見込みをも視野に入れて、具体的に記入して下さい。)

教育の視点からみた研究拠点形成の役割は、(1)研究成果の創成と発信を担う研究者育成、(2)都市防災工学成果を国際的に水平展開する高度専門技術者育成の2点にある。第一の役割に対しては、極めて短期間に集中的に専門的知識を習得し、早期に先端的研究に従事する教育環境体制が要求され、第二の役割に対しては博士課程後期を通じた講義、演習、オンジョブトレーニングやインターンシップの適切で広範な組み合わせが要求される。したがって、本拠点の博士後期課程の教育は、学生の柔軟な選択肢を確保しつつ、以下2つの都市地震工学特別コースを設ける。

(1) アカデミックコース：先端的かつ高度な専門知識を持ち、世界の第一線で活躍できる研

究者を育成する。

(2) 実践コース：スクーリング（授業と演習）やオンジョブトレーニング、インターンシップの比重を高め、国際社会で即戦力となるエンジニアを養成する。

アカデミックコースの入学者は、国内外の地震工学、地震防災分野の博士課程前期（修士課程）を修了し、十分な基礎的専門知識を有し、研究者をめざす学生群を対象とし、実践コースの入学者は、他分野を専攻してきた学生、帰国後自国の発展に活躍する留学生、国際機関、国、自治体や公共企業等の実務経験を有する社会人をも積極的に視野に入れる。

アカデミックコースでは使用言語（講義、提出学位論文、事務手続き等）を原則英語とし、留学生担当教員2名を配置する。これによって国外から優秀な人材（教員、学生）を一層吸引し、本拠点教員が長年培ってきた国際的ネットワークのもとで効率的で実効性のあるコース運営を可能とする。本拠点の中核となる教員によって昭和63年度から開始された建設系の国際大学院コースでは既に毎年21の講義が英語で提供されており、使用言語に関する教育提供側の問題は皆無である。学生の英語力強化のため後期課程一年次の前学期において語学教育の専門家による集中的な語学訓練を導入する。

2コースでは、広い視野と柔軟な思考力、国際コミュニケーション能力、独創的・萌芽的発想力と実践力、研究・教育の基礎力を育てるため、以下の特色を持つ。

アカデミックコース

- ① 招聘教員を含めた複数指導教員制をとりいれて、広い視野と柔軟な思考のもとに、先端的、学際的研究を推進させる。
- ② 国際会議への参加、海外拠点校との共同研究への参画ならびにインターネットビデオ会議を含む共同作業、3ヶ月以上の海外研修を奨励する。
- ③ RA、TAの積極的採用により、研究教育の基礎を習得させる。
- ④ 若手研究者のための競争的研究費を設け独創的、萌芽的研究と早期自立の姿勢を奨励する。
- ⑤ 外部審査員による博士論文審査制度を導入

する。

実践コース

- ① 標準3カ年の後期課程の前半では、スクーリングをより重視した教育を行う。
- ② 国内外の行政機関、NPO、民間研究機関からの連携客員教員との複数指導教員制により実践的テーマを研究課題とする。
- ③ これらの機関へのインターンシップによるオンジョブトレーニングを奨励する。
- ④ 本拠点で計画する一般市民への防災教育の推進に直接的に参画させる。

なお上記2コースで用いる教材は本拠点の教員が独自に作成し、専門書として出版する。

以上より、本拠点に国内外の人材を吸引し、都市地震工学の学問体系の構築を推進する研究者、教育者を育成して、地震防災に関する最新の知識（理論と実践）と高い見識を有する人材を国内外に輩出し、国際的視点から総合的かつ効率的な都市震災軽減策の早期実現と着実な継続を図る。

9. 研究教育拠点形成活動実績

①目的の達成状況

1) 世界最高水準の研究教育拠点形成計画全体の目的達成度

本プログラムを推進するため、2003年9月1日に学内に都市地震工学センターを設置し、研究、教育、社会貢献を3本柱とする活動を行った。研究面では、(1)地震防災先端技術、(2)都市再生防災技術、(3)都市防災技術戦略、について、国内外の研究機関とも連携しながら、最先端の研究を進めた。例えば、高精度地震動・津波シミュレーション技術や高耐震構造の開発、安価で高性能な木造住宅の耐震補強法の開発、インターネットによる防災教育システムの開発などの研究成果を得て、当初の目的を十分達成することができた。

教育については、3研究科を横断する都市地震工学特別コースを開講した。英語プレゼンテーションスキル、招聘外国人教員による地震工学授業、インターンシップを含む総合的なカリキュラムにより、防災技術者として国際社会でリーダーシップをとれる人材の育成に努め、当初の目的を十分達成することができた。また、インターネットにより海外の大学へ講義を配信した。さらに、従来の知見に5年間の研究成果を加え、都市地震工学の教科書の出版を企画し、発刊を始めた。

社会貢献では、市民向けの一般セミナーおよび技術者向けの地震工学談話会などを開催し、成果の社会への発信に努めた。研究成果の一部は行政による地震被害想定にも利用された。行政やNPOが主催する防災行事にも積極的に協力し、講師の派遣や展示などを行った。また、民間企業と協力して開発した技術の製品化も進め、当初の目的を達成することができた。

外部評価を、アジアの研究者1名、北米の研究者1名、南米の研究者1名により実施し、いずれの評価者からも非常に高い評価を得た。特にアジアの研究者からは、先進国だけでなく途上国とも国際的な連携を強めたことが高く評価された。

2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与

博士後期課程に3研究科5専攻横断型の「都市地震工学特別コース」を設け、英語プレゼン

テーションスキルの講義を含めて、49科目(うち27科目英語)を開講し、招聘外国人教員による地震工学授業、インターンシップを含む都市地震工学に関する総合的な教育カリキュラムを整備し、若手研究者の育成に努めた。

太平洋地震工学センター(PEER)との共催WS、米国3地震工学センターとの若手研究者WS、台湾の国立中央大学との共催のシンポジウム、世界地震工学会議などに、学生・若手研究者を積極的に参加させ、論文発表や討議を行なわせた。



写真 2004年世界地震工学会議への派遣

2004年スマトラ島沖地震、2006年ジャワ島中部地震、2007年能登半島地震、2007年新潟県中越沖地震など国内外の8地震の被害調査に学生・若手研究者を延べ80名以上派遣した。これらの貴重な経験を通して、地震の脅威とその対策の重要性を再確認させ、研究テーマの発掘や、博士論文などの研究成果に繋げさせた。

毎年開催した国際会議では、博士課程学生や若手研究者に発表を課し、PD・助教レベルには、国際会議の企画、連絡、運営などを担当または分担させることで、責任感、リーダーシップを持たせ、国内外の若手研究者ネットワークを作り、拠点形成をより堅固なものとした。

これらの施策に関わった学生・若手は、5年間に学会等の奨励賞等6件、論文発表賞等28件を受賞し、国内外の多機関(カリフォルニア大学、Purdue大学、Minnesota大学、Oxford大学、Dahka大学、エルサルバドル中央大学、台湾中央大学、東京工業大学、神戸大学、千葉大学、東京理科大学、東海大学、広島工業大学、電力中央研究所、建築研究所など)で准教授、助教授、助教、研究員などとして幅広く活躍している。

3) 研究活動面での新たな分野の創成や、学術的知見等

拠点形成計画で、地震に対して安全で安心な都市を創成する地震工学を、新たに「都市地震工学」として提唱し、研究を進めた。これは、地震ハザードの評価から、都市施設の耐震性向上、都市システムの防災までを網羅するものである。

これを踏まえ、従来から散逸していた関連分野の知見と、5年間の研究成果をもとに、都市地震工学分野の体系化をめざし、以下に示す3部構成全8巻の教科書「シリーズ〈都市地震工学〉」を企画し、執筆・編集作業を進め、順次発刊している。

第1部 地震ハザード

第1巻 地震と地震動

第2巻 地震ハザードの評価

第2部 地震と都市施設

第3巻 都市構造物の耐震性(1)

第4巻 都市構造物の耐震性(2)

第5巻 都市構造物の耐震補強技術

第6巻 都市構造物の損傷低減技術

第3部 地震と社会システム

第7巻 地震と人間

第8巻 都市震災マネジメント

4) 事業推進担当者相互の有機的連携

教育面では、事業推進担当者が協力して、複数の教員による地震津波防災に関する授業を始め、多数の英語授業を開講するなど、教育カリキュラムの充実を図り、複数指導教員による多面的な論文指導なども行った。

研究面では、研究の成果を発信し、国際交流を推進するため、事業推進担当者がそれぞれ役割分担をしながら、国際会議を平成15年度より毎年3月に2日間にわたり東京ないし横浜において都市地震工学国際会議を開催した。この国際会議においては国内外から関連分野の著名な研究者・実務者を招聘し、150～310名の参加者を得て、論文発表と討議を行った。

社会貢献面では、成果を社会へ発信するため



写真 第5回都市地震工学国際会議の参加者

に、事業推進担当者が分担して都市地震工学に関する様々な問題について市民向けの一般セミナーを13回開催し、また、技術者向けにも地震工学談話会を20回開催し、それぞれ合計で1000名程度の参加者を得た。

5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

過去5年間に、事業推進担当者・協力者が行った地震工学関連の国際共同研究等は、北中南米ではカリフォルニア大学バークレイ校4件を含む18件、ヨーロッパ6件、アジア9件、オセアニア1件の34件で、先進国との先端共同研究と開発途上国への展開共同研究がバランスよく行われた。

都市地震工学国際会議への参加を中心に、当該分野における海外の著名な研究者や若手研究者を毎年20名程度、期間全体で100名程度短期招聘し、基調講演・特別講演を依頼した。さらに比較的長期間の滞在が可能な海外著名研究者に対しては、特任教授の称号を付与し、学生への講義、学内外の参加者を対象とした特別講演、特別講義を実施した。



写真 招聘外国人教授による特別授業

東工大2キャンパス、タイのチュラロンコン大学、台湾の国立中央大学をインターネットで結び双方向型の授業同時配信を行ない、大きな教育効果を得た。以上のように、教育研究の面から本学の国際競争力の向上に努めた。その結果、留学生の志願者も増加している。

6) 国内外に向けた情報発信

都市地震工学国際会議を毎年3月に開催し、その成果を毎年500頁を超える英文学術論文集として刊行している他、本拠点ホームページからダウンロードできるようにすることで、その成果を国際的に広く発信した。また、都市地震工学に関する教科書の出版も開始した。

スマトラ島沖地震、ジャワ島中部地震、能登半島地震、新潟県中越沖地震等、過去5年間に発生した8地震の被災地に調査チームを派遣し、現地研究機関と連携して、地震発生メカニズムや被害の状況調査、災害マネジメントや被災後修復技術の必要性など新たな問題の抽出を行い、その成果を国内外に発表した。

7) 拠点形成費等補助金の使途について（拠点形成のため効果的に使用されたか）

(1) 博士課程学生・若手研究者の経済的支援：年間13名程度、期間全体で66名の博士課程学生をRAに採用して経済的に支援した。また、年間7名程度、期間全体で33名の博士課程修了者をPDに採用し、自由な環境の下で研究を行わせることで、早期自立を支援した。さらに、学生・若手研究者が提出した研究計画を審査し、研究費を傾斜配分して、独創性、発想力、研究遂行能力等の育成を図った

(2) 海外長期研修、海外短期研修：博士課程学生に3ヶ月程度、外国の大学に滞在し、研修を行うことを奨励し、その支援を実施した。また、短期研修として博士課程学生を海外の国際会議に派遣し、論文発表や討議を行うことも積極的に支援した。この制度により年間10名以上、期間全体で60名以上の博士課程学生、若手研究者が海外研修を行った。

(3) 教育・研究施設の整備・充実：高性能動的実験システム、緊急時対応評価システム、高速破壊現象計測システム、地震時人間行動計測

システムなどの基盤研究設備や、大岡山と長津田の各研究室、国内外の連携研究機関との間でインターネット会議やマルチメディア講義が可能な基盤IT教育設備などを導入し、研究教育施設を整備充実させた。重点施設の一つとして、すずかけ台キャンパスの20階建て超高層免震構造物を中心に、構造物および周辺地盤の地震時挙動の観測網を構築した。これらの施設や設備は新しい耐震技術の開発や検証、教育の質的向上に有効に使用されている。

② 今後の展望

以上のように、各事業担当者の都市地震工学に関する研究、米国、欧州、アジア圏との国際共同研究、毎年開催した国際会議、博士課程学生・若手研究者を含めた国際交流等、教育研究の成果が期待通り着実にあがってきている。本プログラムによる「都市地震工学センター」を教育研究国際拠点として今後さらに充実させることで、教育、研究、国際貢献をさらに推進し、グローバル化する震災メカニズムの軽減に貢献できる基盤が構築された。

③ その他（世界的な研究教育拠点の形成が学内外に与えた影響度）

21世紀COE事業推進担当者・協力者のレフリース付き論文数は年間150編（約7編／人）、国際会議論文数は年間100編（約5編／人）。過去5年間の学会賞等受賞数は38件、うち論文賞20件、技術賞等7件、奨励賞2件、国際貢献賞1件である。これらには、国際的論文賞3件 IJPMG Schofield Award; Thomas A. Middlebrooks Award, ASCE; Tsuboi Awards 2005, Int. Assoc. of Shell and Spatial Structures が含まれている。

また、東工大土木建築棟の耐震改修では、学内教員のコラボレーションで、環境・デザインにも配慮した提案が具現化し、平成18年度第1回日本構造デザイン賞、平成19年度グッドデザイン金賞（経済産業大臣賞）等の受賞に繋がった。これらの研究実績は、5年前の21世紀COE申請時に比べ、査読論文数で約1.5倍、国際会議論文数で約2倍、受賞数で約3倍に増加しており、拠点形成の成果が確実に得られたことを示している。

21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	東京工業大学	拠点番号	H07
拠点のプログラム名称	都市地震工学の展開と体系化		
<p>1. 研究活動実績</p> <p>①この拠点形成計画に関連した主な発表論文名・著書名【公表】</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・事業推進担当者（拠点リーダーを含む）が事業実施期間中に既に発表したこの拠点形成計画に関連した主な論文等〔著書、公刊論文、学術雑誌、その他当該プログラムにおいて公刊したもの〕 ・本拠点形成計画の成果で、ディスカッション・ペーパー、Web等の形式で公開されているものなど速報性のあるもの <p>※著者名（全員）、論文名、著書名、学会誌名、巻(号)、最初と最後の頁、発表年（西暦）の順に記入</p> <p>波下線（<u> </u>）：拠点からコピーが提出されている論文</p> <p>下線（<u> </u>）：拠点を形成する専攻等に所属し、拠点の研究活動に参加している博士課程後期学生</p> </div> <p>Tatsuo OHMACHI, N. KOJIMA, A. MURAKAMI and N. KOMABA: “Near Field Effects of Hidden Seismic Faulting on a Concrete Dam”; <u>Journal of Natural Disaster Science, Vol. 25, No. 1, pp. 7-15, 2003.</u> 「H07-1」</p> <p>T.OHMACHI: “Tsunami Simulation Taking into Account Seismically Induced Dynamic Seabed Displacement and Acoustic Effects of Water”; NATO Science Series, IV, Earth and Environmental Sciences- vol. 21, Submarine Landslides and Tsunamis, pp. 89-99, 2003.</p> <p>Tokimatsu, K., <u>Suzuki, H.</u> and Sato, M.: “Effects of inertial and kinematic interaction on seismic behavior of pile with embedded foundation”; <u>Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 25, Issues 7-10, pp. 53-762, 2005.</u> 「H07-2」</p> <p>Hiroshi Arai and Kohji Tokimatsu: “S-Wave Velocity Profiling by Joint Inversion of Microtremor Dispersion Curve and Horizontal-to-Vertical (H/V) Spectrum”; Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 5, No. 5, pp. 1766-1778, 2005.</p> <p>Tokimatsu, K., and <u>Sekiguchi, T.</u>: “Effects of Nonlinear Properties of Surface Soils on Strong Ground Motions Recorded in Ojiya during 2004 Mid Niigata Prefecture Earthquake”; Soils and Foundations, Vol. 46, No. 6, pp. 765-775, 2006.</p> <p>Mergo, P. E. and Kawashima, K.: “Rocking Isolation of a Typical Bridge Pier on Spread Foundation”; Journal of Earthquake Engineering, Vol. 9, Issue 2 spec, pp. 395-414, 2005.</p> <p><u>Lee, Tzu-Ying,</u> and Kawashima, K.: “Semiactive Control of Nonlinear Isolated Bridges with Time Delay”, Journal of Structural Engineering, Vol. 133, Issue 2, pp. 235-241, 2007.</p> <p>Tirasit, P. and Kawashima, K.: “Seismic Performance of Square Reinforced Concrete Columns under Combined Cyclic Flexural and Torsional Loadings”; Journal of Earthquake Engineering, Vol. 11, No. 3, pp. 425-452, 2007.</p> <p>Sakai, J. and Kawashima, K.: “Unloading and Reloading Stress-Strain Model for Confined Concrete”, Journal of Structural Engineering, Vol. 132, Issue 1, pp. 112-122, 2006.</p> <p>K. Kasai and Binh T. Tran: “Spectrum-Based Prediction Rule for Peak Structural Responses Due To Seismic Pounding: Part 1 SDOF systems pounding against rigid structures”; Journal of structural and construction engineering. Transactions of AIJ, No. 610, pp. 65-74, 2006.</p> <p>Okada, R., Nakata, N., Spencer, B.F., Kasai, K., and Kim, S.B.: “Rational Polynomial Approximation Modeling for Analysis of Structures with VE Damper”; Journal of Earthquake Engineering, Vol. 10, No. 1, pp. 97-125, 2006.</p> <p>Maison, B. F., Kasai, K., and Ooki, Y.: Relative Performance of Kobe and Northridge WSMF Buildings, Earthquake Spectra, Vol. 22, Issue 4, pp. 1081-1101, 2006.</p> <p>島田侑子, 赤澤資貴, 伊藤陽介, 松岡祐一, 山田哲, 吹田啓一郎: “鋼構造小型立体骨組の崩壊挙動に関する振動台実験”; 日本建築学会構造系論文集, 第620号, pp. 125-132, 2007年.</p> <p>鄭景洙, 吉敷祥一, 山田哲: “繰返し複合応力を受けるせん断降伏型鋼梁ウェブの履歴挙動に関する実験”; 日本建築学会構造系論文集, 第614号, pp. 131-138, 2007年.</p> <p>A. Joshi and S. Midorikawa: “Attenuation Characteristics of Ground Motion Intensity from Earthquakes with Intermediate Depth”; Journal of Seismology, Vol. 9, No. 1, pp. 23-37, 2005.</p> <p>H. Miura and S. Midorikawa: “Updating GIS Building Inventory Data Using High-resolution Satellite Images for Earthquake Damage Assessment: Application to Metro Manila, Philippines”; <u>Earthquake Spectra, Vol. 22, Issue 1, pp. 151-168, 2006.</u> 「H07-3」</p> <p>V. Rodriguez and S. Midorikawa: Comparison of Spectral Ratio Techniques for Estimation of Site Effect Using Earthquake Motions Recorded at Surface and in Boreholes, and Microtremor Data, Earthquake Engineering &</p>			

- Structural Dynamics, Vol. 32, Issue 11, pp. 1691-1714, 2003.
- H. Yamanaka, Kentaro Motoki, K., Kiminobu Etoh, Masayuki Murayama, and Nobuhiko Komaba: “Observation of aftershocks of the 2003 Tokachi-Oki earthquake for estimation of local site effects” ; Earth Planets Space, Vol. 56, No. 3, pp. 335-340, 2004.
- Kurose, T. and Yamanaka, H.: “Joint inversion of receiver function and surface-wave phase velocity for estimation of shear-wave velocity of sedimentary layers”; Exploration Geophysics, Vol. 59, No. 1, pp. 93-101, 2006.
- Kurose, T. and Yamanaka, H.: “Multi-station joint inversion of receiver function and surface-wave phase velocity data for exploration of deep sedimentary layers” ; Exploration Geophysics, Vol. 60, No. 1, pp. 19-28, 2007.
- 堀田久人, 長尾真奈: “独立耐震壁と純ラーメンが直交するRC構造物の2方向地震応答解析” ; 日本建築学会構造系論文集, 第572号, pp. 139-146, 2003年.
- Narongsak RATTANASUWANNACHART, Kazuya TAKAHASHI, Chitoshi MIKI and Sohichi HIROSE: “Development of 3D Flaw Detection System with Multi-Channel Planar Array Probes and 3D SAFT Algorithms”; Structural Engineering/Earthquake Engineering, Vol. 22, No. 1, pp. 27-39, 2005.
- J. Takemura, J. Izawa, S. Shibayama and O. Kusakabe: “Active type shear box and its application on a stability of shallow tunnel in a centrifuge”; Proc. of 3rd International conference on urban earthquake engineering, pp. 639-646, 2006.
- 長江拓也, 林静雄, ルイス イバラ, ヘルムット クラウインクラー: “メカニズムコントロールが鉄筋コンクリートフレーム構造の損傷過程と崩壊確率に及ぼす影響” ; 日本建築学会構造系論文集, 第593号, pp. 121-128, 2005.
- 大村哲矢, 林静雄: “耐震スリットを有する鉄筋コンクリート造無開口壁が接合した梁の剛性評価—梁主筋端部の抜出し及び付着劣化が降伏時剛性に及ぼす影響を仮定した場合—” ; 日本建築学会構造系論文集, 第597号, pp. 93-100, 2005.
- Bui, K.D., Sivaleepunth, C., Niwa, J., : “Slip Phenomenon at Deviators in Beams Prestressed with External Tendons”; Doboku Gakkai Ronbunshuu E, Vol. 62, No. 1, pp. 82-94, 2006.
- Sivaleepunth, C., Niwa, J., Diep, B.K., Tamura, S., Hamada, Y.: “Prediction of Tendon Stress and Flexural Strength of Externally Prestressed Concrete Beams”; Doboku Gakkai Ronbunshuu E, Vol. 62, No. 1, pp. 260-273, 2006.
- Toma, I. O., Miki, T., Niwa, J.: “Shear Behavior of Doubly Reinforced Concrete Beams with and without Steel Fibers Affected by Distributed Cracks”; Doboku Gakkai Ronbunshuu E, Vol. 63, No. 4, pp. 590—607, 2007.
- Yoshitsugu Aoki: “Formulating sustainable systems”; Sustainable Cities: Japanese perspectives on physical and social structures, United Nations University Press (Editor: H. Tamagawa), pp. 50-69, 2006.
- 大佛俊泰, 鎌田詩織: “残存確率関数モデルを用いた除却・残存建物数の推計方法について”; 日本建築学会計画系論文集, 第609号, pp. 41-46, 2006年.
- Jaeho Ryu, Naoki Hashimoto, Makoto Sato, Masashi Soeda, Ryuzo Ohno: “Application of Human-scale Immersive VR System for Environmental Design Assessment - A Proposal for an Architectural Design Evaluation Tool”; Journal of Asian Architecture and Building Engineering, Vol. 6, No. 1, pp. 57-64, 2007.
- Yoshio Kitada, Takao Nishikawa, Katsuki Takiguchi, Koichi Maekawa: “Ultimate strength of reinforce concrete shear walls under multi-axes seismic loads”; Nuclear Engineering and Design, Vol. 237, Issues 12-13, pp. 1307-1314, 2007.
- M. Midorikawa, T. Azuhta, T. Ishihara, A. Wada: “Shaking Table tests on Seismic Response of Steel Braced Frames with Column uplift”; Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 35, Issue 14, pp. 1767-1785, 2006.
- A.Wada, K.Ohi, H.Suzuki, M.Kohno, Y.Sakumoto: “A Study on the Collapse Control Design Method for High-Rise Steel Buildings”; Structural Engineering International, Vol. 16, No. 2, pp. 137-141, 2006.
- 佐口浩一郎, 元木健太郎, 瀬尾和夫: “やや長周期地震動を構成する堆積層表面波の生成伝播過程に関する研究”; 日本建築学会構造系論文集, 第619号, pp. 49-56, 2007年.
- Morikawa, H., Sawada, S., and Ono, Y.: “Detailed Analysis for Earthquake Source Spectrum Represented by Stochastic Impulse Train and Its Applications”; Journal of Seismology, Vol. 9, No. 2, pp. 151-170, 2005.
- Morikawa, H. and Zerva, A.: “Approximate representation of the statistics for extreme responses of single degree-of-freedom system excited by non-stationary processes”; Probabilistic Engineering Mechanics, Vol. 23, Issues 2-3, pp. 279-288, 2008.

②国際会議等の開催状況【公表】

(事業実施期間中に開催した主な国際会議等の開催時期・場所、会議等の名称、参加人数(うち外国人参加者数)、主な招待講演者(3名程度))

1. 開催時期： 2004年3月8日(月)・9日(火)
 場所： 東京工業大学すずかけ台キャンパス
 会議の名称： First International Conference on Urban Earthquake Engineering
 参加人数： 267名(うち外国人参加者数41名)
 主な招待講演者： ・Jack P. Moehle 教授(アメリカ)UCバークレー校教授 太平洋地震工学研究所所長
 ・Michel Bruneau 教授(アメリカ)ニューヨーク州立大学バッファロー校教授 MCEER所長
 ・Fayaz R. Rofooei 教授(イラン)シャリフ工科大学
 ・KC Tsai 教授(台湾)台湾国立大学教授 台湾地震工学研究所所長

2. 開催時期： 2005年3月7日(月)・8日(火)
 場所： 東京工業大学大岡山キャンパス
 会議の名称： Second International Conference on Urban Earthquake Engineering
 参加人数： 150名(うち外国人参加者数32名)
 主な招待講演者： ・Helmut Krawinkler 教授(アメリカ)スタンフォード大学教授
 ・Badaoui Rouhban 博士(フランス)ユネスコ防災対策部門長
 ・George Gazetas 教授(ギリシャ)国立アテネ工科大学教授

3. 開催時期： 2006年3月6日(月)・7日(火)
 場所： 東京工業大学すずかけ台キャンパス
 会議の名称： Third International Conference on Urban Earthquake Engineering
 参加人数： 310名(うち外国人参加者82名)
 主な招待講演者： ・Luis Esteva 教授(メキシコ)世界地震工学会議前会長 メキシコ国立自治大学名誉教授
 ・Benson Shing 教授(アメリカ)UCサンディエゴ校教授
 ・今村 文彦 教授 東北大学災害制御研究センター教授

4. 開催時期： 2007年3月5日(月)・6日(火)
 場所： 東京工業大学大岡山キャンパス
 会議の名称： Fourth International Conference on Urban Earthquake Engineering
 参加人数： 266名(うち外国人参加者88名)
 主な招待講演者： ・Atilla Ansal 教授(トルコ)ボガジチ大学教授
 ・室崎 益輝 博士 総務省消防庁消防研究センター長
 ・Tom O'Rourke 教授(アメリカ)コーネル大学教授

5. 開催時期： 2008年3月4日(火)・5日(水)
 場所： コクヨホール(品川)
 会議の名称： Fifth International Conference on Urban Earthquake Engineering
 参加人数： 310名(うち外国人参加者95名)
 主な招待講演者： ・Gregory L. Fenves 教授(アメリカ)UCバークレー校教授
 ・入倉 孝次郎 教授 京都大学名誉教授
 ・Peter Yanev 博士(アメリカ)UCバークレー校・マサチューセッツ工科大諮問委員

その他、第1回都市地震工学シンポジウム(2003年10月20日・240名)、第2回都市地震工学シンポジウム(2004年11月19日・61名)、米国PEER共催ワークショップ(2005年3月16-18日)、若手セミナー(2004年10月6日、2005年3月9日)、一般向け都市地震防災セミナー全13回、専門家向け談話会全16回、東工大-台湾国立中央大学合同シンポジウム(2005年9月25-28日、2006年9月25-28日、2007年9月26-27日)、東工大-京都大-台湾国立中央大学学生ジョイントセミナー(2006年3月1-3日、2007年2月26-28日、2007年7月17-18日、2008年3月10-13日)、東工大-米国3大地震工学センター-台湾国立中央大学若手国際交流ワークショップ(2007年7月23日)などを開催した。

2. 教育活動実績【公表】

博士課程等若手研究者の人材育成プログラムなど特色ある教育取組等についての、各取組の対象（選抜するものであればその方法を含む）、実施時期、具体的内容

21世紀COEプログラム「都市地震工学の展開と体系化」では、世界で活躍出来る防災専門家の育成を基本方針に、博士課程学生を含めた若手研究者の育成・支援に関して、下記のような事業を行ってきた。

(1) **都市地震工学特別コースの設置**：博士後期課程に専攻横断型の「都市地震工学特別コース」を設け、国際コミュニケーション能力を向上させる英語プレゼンテーションスキルの講義（Advanced Technical Communication Skills 1,2）を含めて、49科目（うち27科目英語）を開講し、都市地震工学に関する教育カリキュラムを整備、若手研究者の育成に努めた。

(2) **外国人招聘教員による教育指導体制**：チリ カトリカ大学からErnesto Cruz教授（平成16年1～4月）、米国カリフォルニア大学バークレー校からJoseph Penzien教授（平成16年4～5月）、米国ジョンスホプキンス大学からTakeru Igusa教授（平成17年4～8月）を招聘し、集中講義を行った。また、ケンブリッジ大学 Malcolm Bolton教授、世界地震工学会議前会長 Luis Esteve教授ら、著名な地震工学研究者を招いての特別授業を計10回行うなど、専任教員との連携指導とも合わせ、若手研究者のさらなる幅広い視野および柔軟な思考を促す機会を数多く提供した。

(3) **博士課程学生および若手研究者支援**：優秀な博士課程在籍者をRAに採用して経済的に支援し、RAが責任を持って研究を実施し、その成果を発表することにより、博士課程学生の主体性、独創性等の向上を図っている。この制度により年間13名程度、期間全体で66名の博士課程在籍者をRAに採用した。また、博士課程修了者をPDに採用し、自由な環境の下で研究を行わせることで、早期自立を支援した。この制度により年間7名程度、期間全体で33名の博士課程修了者を研究員に採用した。また、学生、若手研究者が提出した研究計画を審査し、研究費を傾斜配分して、主体的に研究活動を行わせることで、研究者に必須な、独創性、発想力、研究遂行能力等の育成を図った。なお、これらの選抜にあたっては、HPなどによる公募を行い、日本学術振興会特別研究員の申請と同様の様式による申請書の提出と書類審査ならびに面接を行って、採否ならびに支援額を決定した。また、次年度以降の継続に関しては、研究成果を年度末に提出させて、継続の可否と支援額を決定した。

(4) **海外連携機関とのワークショップ、若手研究者セミナー、都市地震工学国際会議への参加・参画**：毎年3月に東工大で開催する都市地震工学国際会議、太平洋地震工学研究所（PEER）との共催WS、米国3地震工学センターとの若手研究者WS、台湾の国立中央大学との共催のシンポジウム、国立中央大学、京都大学、東工大の3大学間による学生ジョイントセミナーなどに、学生・若手研究者を積極的に参加させ、論文発表や討議を行なわせた。特に、毎年1回の国際会議では、経済的支援や研究費配分を行っている学生・若手研究者に発表を課し、援助に見合った成果と国際交流への積極的参画が期待される環境を創出した。また、PD・助教レベルには、国際会議の企画、連絡、運営などを担当または分担させることで、責任感、リーダーシップを持たせることができ、国内外の若手研究者ネットワーク作りにも役立った。

(5) **海外長期研修、海外短期研修**：博士課程の学生に3ヶ月程度、外国の大学に滞在し、研修を行うことを奨励し、その支援を実施している。また、短期研修として博士課程学生を海外の国際会議に派遣し、論文発表や討議を行うことも積極的に支援している。この制度により年間10名以上、期間全体で60名以上の博士課程学生、若手研究者が海外研修を行っている。なお、これらの選抜にあたっては、随時HPなどによる公募を行い、申請書の提出と書類審査を行って、採否ならびに支援額を決定した。

(6) **地震被害調査への派遣**：スマトラ島沖地震、ジャワ島中部地震、能登半島地震、新潟県中越沖地震等、過去5年間に発生した8地震の被害調査に学生・若手研究者を延べ80名以上派遣した。これらの被害調査や地震動観測等の貴重な経験を通して、地震の脅威とその対策の重要性を再確認させるとともに、一部学生には、その中から研究テーマを見いだし、博士論文などの研究成果に繋げさせた。

(7) **インターネットを利用した大学院講義の配信**：平成18年度および19年度には、東工大2キャンパス、タイのチュロンコン大学、台湾の国立中央大学をインターネットで結び双方向型の授業‘Earthquake and Tsunami Disaster Reduction’の同時配信を全8回にわたり行った。スマトラ沖大地震津波を契機とした現地専門家の育成を目指すこの取り組みは、相互の情報交換・理解の場となり、双方に大きな教育効果をもたらした。

5年間に以上の施策に関わった若手は、学会等の奨励賞等6件、論文発表賞等28件を受賞し、国内外の多機関（カリフォルニア大学、Purdue大学、Minnesota大学、Oxford大学、Dahka大学、エルサルバドル中央大学、台湾中央大学、東京工業大学、神戸大学、千葉大学、東京理科大学、東海大学、広島工業大学、電力中央研究所、建築研究所など）で准教授、助教授、助教、研究員などとして幅広く活躍している。以上の通り、わが国の学生・若手研究者に対しては、国際会議、留学、海外研修への積極的な参加支援や海外インターンシップ等を通して、国際的に活躍できる人材の育成が進んできたものと思われる。

21世紀COEプログラム委員会における事後評価結果

(総括評価)

設定された目的は十分達成された

(コメント)

研究及び教育の両面においてCOE設定の目標は十分達成された。

人材育成面においては、一連の研究成果をもとに教科書「シリーズ<都市地震工学>」を順次発行しており、評価できる。また、博士課程入学者、博士授与数がやや少ないものの、国際会議や市民セミナーを通じ若手研究者の育成を行ったことは評価できる。しかしながら、本COEが教育面において世界の中心的機関に発展するためには、英語教材の充実およびインターネットを利用した大学講義の発信などにもさらに力点を置いていく必要があると考えられる。

研究活動面については、都市地震工学センターが機能し、活発な研究が行われ、多くの学術論文が発表された。また、国際会議や市民向けセミナー、技術者向け地震工学談話会などによって、研究成果の国内外への発信が十分に実施され、都市地震工学の発展と体系化のための世界をリードするCOEが形成されたと考えられ、評価できる。しかしながら、都市地震工学という分野の創生を目指しているものの、いまだ従来からの一般的な地震工学分野の技術と知見を都市に限定して応用・発展を進めているように見受けられる。都市の規模と特性に応じた地震災害軽減のための基本戦略、制度設計などのソフト面での研究や、政府などへの政策提言に結び付くような研究が不足していると考えられ、今後の更なる展開を期待したい。

本プログラムによる「都市地震工学センター」を教育研究国際拠点として今後さらに充実させる計画であり、このことにより、グローバル化する地震災害軽減のための世界的基盤が構築されるものと期待する。