

生研記者会見資料

1. 表題 :

21 世紀の安全な都市をめざして - 大学研究者が国際的な視野から実施する都市インフラの安全工学研究 -
新研究センター「国際都市基盤安全工学研究センター」設立の報告

2. 内容 :

20 世紀の我が国は、欧米諸国に追いつくことを最大目標に、産業の育成、設備の拡充、新製品の製造・輸出などに全力を尽くしてきた。その結果、経済は高度に成長し、我が国は世界的に見ても裕福な国に変貌した。しかしバブルがはじけ、1999 年から 2000 年の間にマスコミが盛んに報道したように、原子力発電所での事故、新幹線のコンクリート剥落事故、車両の脱線事故など、国民の大多数が日々生活している都市やインフラの安全性を脅かす事故が多発するようになってきた。これらの原因を調査した結果、担当者への教育の不備、現場での実際の管理とマニュアル等との不整合、従来は問題がないとされていた検査・処置の誤りなど、いずれの場合にも管理が不十分であったことが明らかになった。このまま従来と同じ管理法を継続すると、21 世紀には我が国の社会の根幹を揺るがすもっと大きな事故が生じる可能性が高い。

また目を海外に転じれば、発展途上国では従来都市基盤(インフラ)が貧弱であったことから、近年になって盛んにその整備が進められている。中でもアジア諸国は、現在世界で最も活発にその整備活動が展開されている地域である。建設時からの適切な配慮が十分でなかったために、今日我が国が直面している上記のような問題を生じさせないためには、建設ラッシュの今からの適切な対応が不可欠である。欧米には見られない地域環境や文化に根ざしたアジアの都市基盤の安全性に関する研究成果は、同様の問題を抱えている南米やアフリカ諸国にも適用可能であり、日本の科学技術の国際貢献にもつながる。

このような状況を背景に、東京大学生産技術研究所では、大学の研究機関として国際的な視野から都市基盤設備の整備と維持管理を含めた安全工学を研究する国際研究センターの設立を決定した。これまでに生産技術研究所で蓄積された研究成果を融合することによって、上記の目的を達成できる研究センターが具体化される。すなわち研究部門として、サステナブル・エンジニアリング部門、都市防災安全工学部門、都市基盤情報ダイナミクス部門を掲げ、21 世紀の安全な都市の実現に向けて活発な研究活動を展開していく。具体的には、「サステナブル・エンジニアリング部門」では、構造物の材料から構造全体までの基盤設備等の経年劣化による構造安全性の評価と維持管理技術を開発するための研究を行う。「都市防災安全工学部門」では、地震や洪水等による基盤設備の構造安全性、ならびに災害時の使用安全性を確保するための管理技術の開発を目指す。「都市基盤情報ダイナミクス部門」は、都市基盤に関する様々な情報を常にモニタリングし、健全かつ安全な都市基盤を確保するための計測、評価、制御技術の開発を行う。

都市の安全性の問題に関する議論や検討は、我々大学の研究者はもとより、実状や研究成果に関する情報の適切な発信者としてのマスコミの皆さんや情報の適切な利用者としての行政や都市基盤施設管理者の皆さんとの協力なくしては成り立ちません。本センターの設立趣旨をご理解いただき、今後の活動にご期待していただくとともにご協力をお願いします。

3. 各個研究課題と成果の紹介

(サステナブル・エンジニアリング部門)

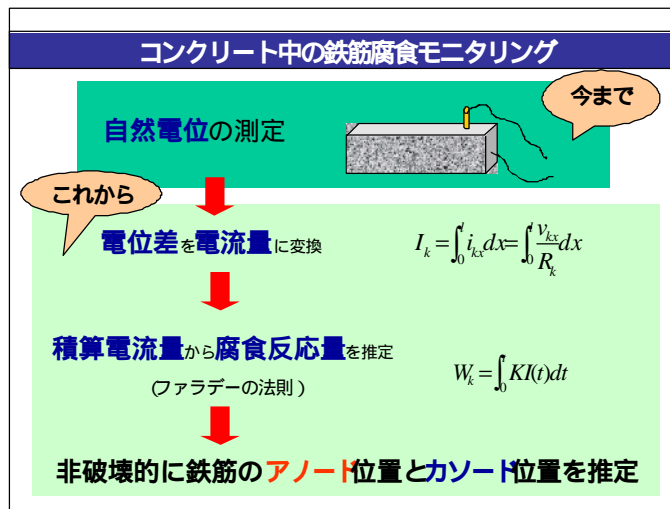
コンクリート中の鉄筋腐食モニタリング

今まではコンクリート中の鉄筋が腐食しているか否かは自然電位を計測し、その値が閾値を超えているか否かで判定していた。例えばASTMでは次のように分類している。

電位 (mV,CSE)	腐食の確率
~ -200mV	90%以上腐食なし
-200 ~ -350mV	不確定
-350mV ~	90%以上腐食あり

しかし、この方法ではどこでどの程度の腐食が生じているかなどを調べることができなかった。

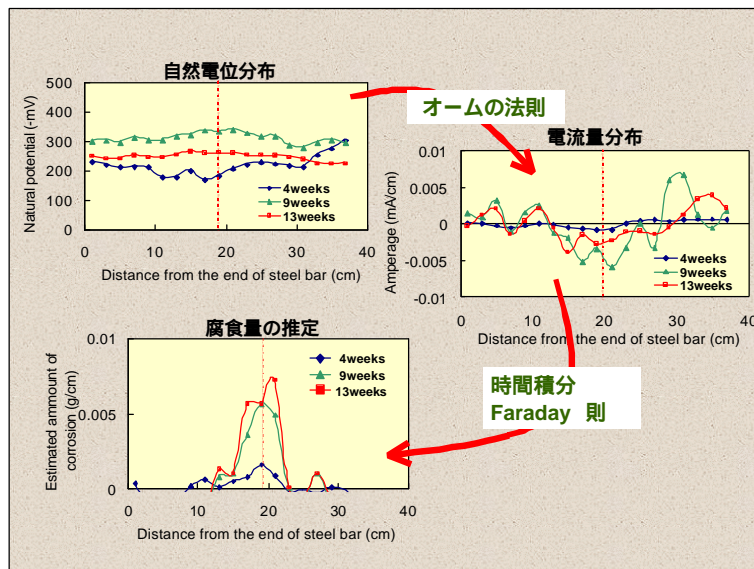
この問題を解決するためには、オームの法則およびファラデーの法則を利用して解析することが必要である。



従来は自然電位だけを計測していたために、どこで腐食が発生しているか、どの程度発生しているか等が検出できなかった。この自然電位からオームの法則を利用して電流量を求め、ファラデーの法則を思量して腐食量を推定すると、コンクリート中の鉄筋の腐食が経時的にどのように変化したかを知ることができるようになる。



この手法を利用すれば、長期間のコンクリート中の鉄筋腐食状況を推定することが可能となる。

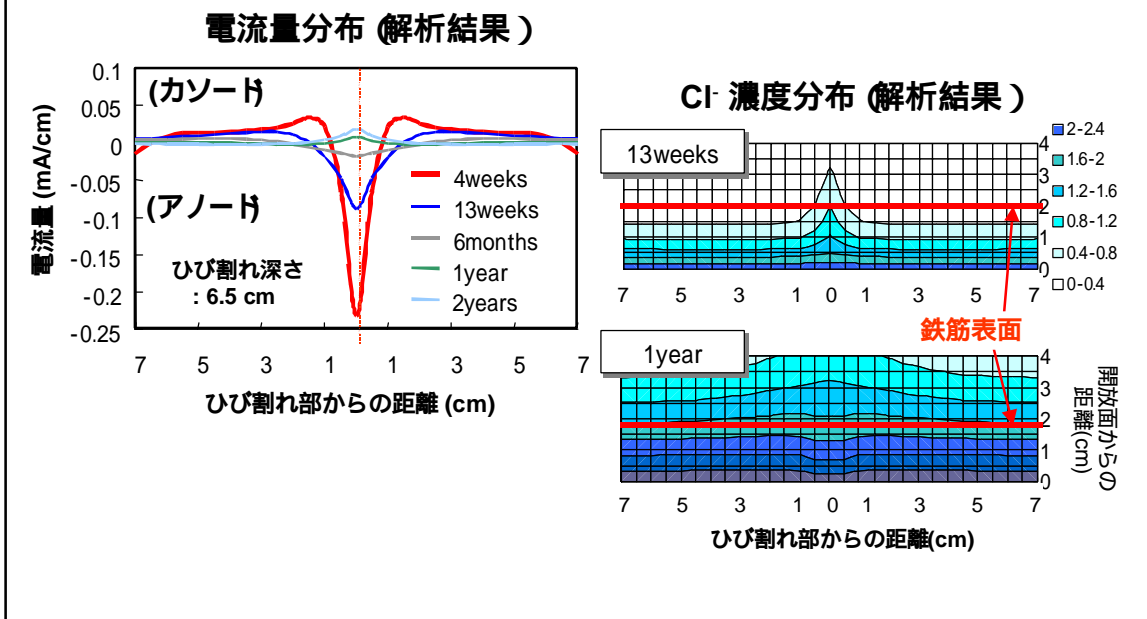


コンクリート中の塩化物イオンの浸透現象の解析と腐食解析を併用すると、長期間のコンクリート中の鉄筋腐食を推定することが可能となる。

(例)

海岸線や沿岸部に構築されたコンクリート構造物の曲げひび割れなどの構造ひび割れは、そのひび割れを通じて大量の塩化物イオンがコンクリート内部に浸透し、内部の鉄筋を腐食させる点で有害である。しかし、その影響は建設後あまり年数が経過していない時期に大きくあらわれる。長期間経過後はひび割れ部以外にも塩化物イオンが大量に浸透するため、ひび割れ部での鋼材腐食への影響は低下する。

ひび割れの有無が鉄筋腐食に与える影響 (塩分環境下において)



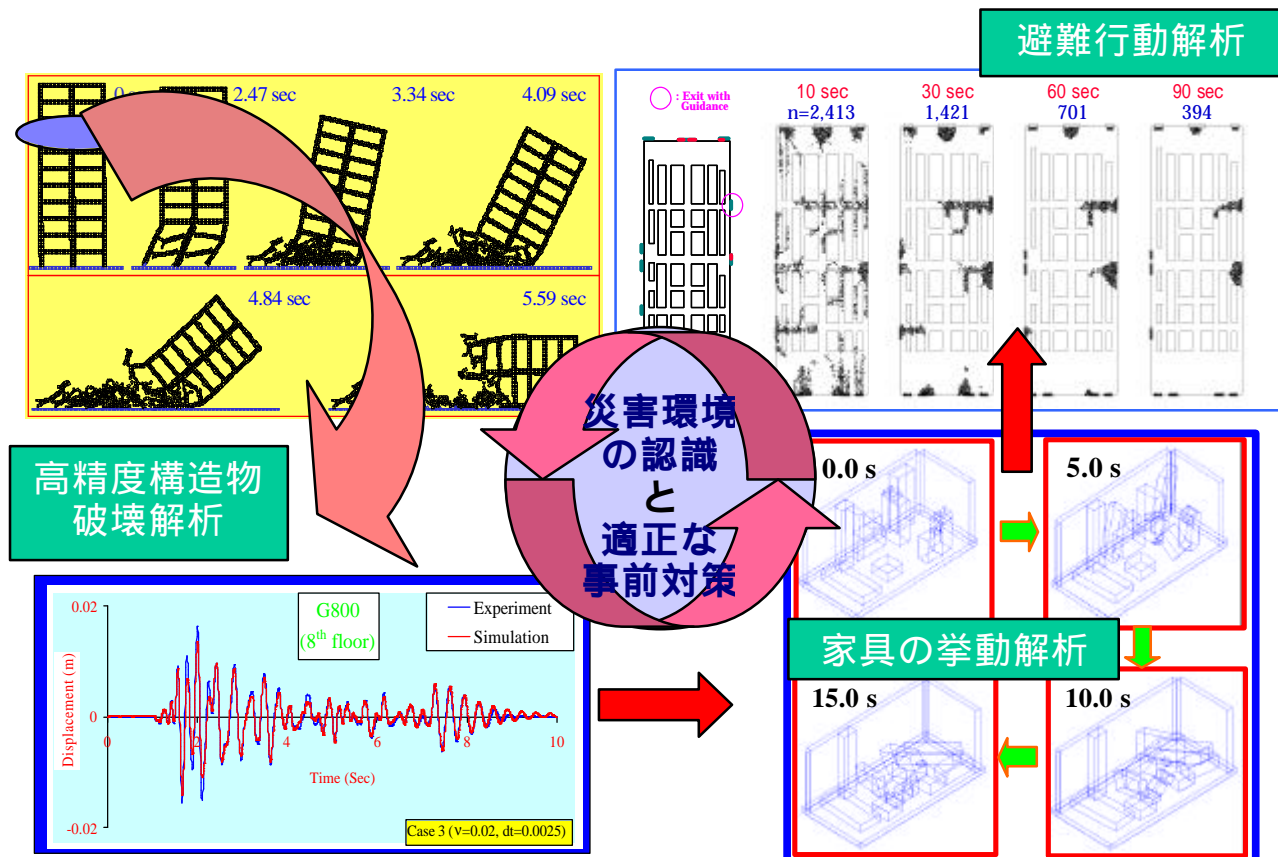
ユニバーサル地震災害環境シミュレータの開発

防災対策の基本は、「災害発生時に、そしてその後の時間経過の中で、自分の周辺で何が起こるかを具体的にイメージできる人間をいかに増やしていくか」であると私は考えている。イメージできない災害に対して、適切な心構えや準備ができるはずがない。我々防災・安全工学の専門家の使命は、災害の実像を認識できないことで準備せず、結果的に被害を被ってしまう人を減らすことであると私は認識している。このためには物理的根拠に基づいて災害時の環境を具体的に示すツールが必要であり、ここに数値シミュレータの存在意義がある。

一般に数値シミュレーションを行う背景には、次のような目的や理由が存在する。専門家による現象分析や検証と一般の人々の現象理解を補助するための「現象の再現手段」、実験に当たって、現象が種々の危険性を伴ったり、規模が大き過ぎたり小さ過ぎたり、あるいは材料パラメータや境界条件の自由度の制約等から実験の実施が困難な場合の「代替仮想実験手段」、実時間では再現に長時間を要する場合の「時間の短縮化ツール」などである。

ここでは兵庫県南部地震の教訓を踏まえ、地震防災上最も重要性の高い地震時の構造物の破壊挙動とその建物に付随する設備や家具などの地震時の挙動、さらに災害時の人の避難行動などを総合的にシミュレーションするシステムについて考える。なおこのモデルは、最終目標として社会・経済的な活動や復興過程までのシミュレーションを目指す「地震環境シミュレータ」の最も基本的な一部分となる要素と位置づけている。

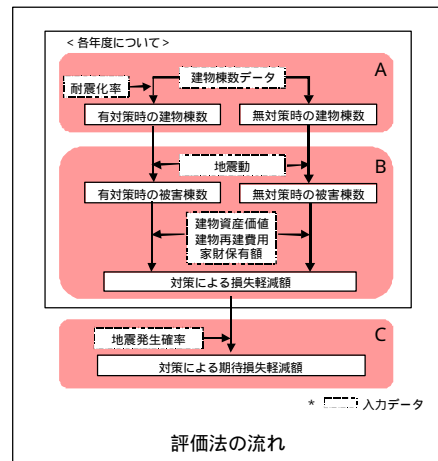
地震災害環境シミュレータ(主として物理現象編)



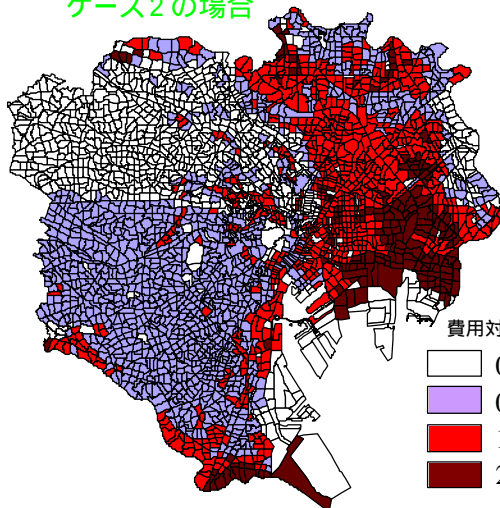
地震予知情報の工学的利用に関する研究

我が国では、1965 年以来地震予知研究が行なわれており、東海地震の危険性が指摘されている東海地域においては、大規模地震対策特別措置法に基づき地震予知情報を発表する体制が整えられている。しかしこの体制は、大規模な地震が高い確率で予知されることを前提としているため、警戒宣言発令時には「東海道新幹線や東名・中央高速道路をストップする」、「銀行や郵便局の窓口を閉鎖する」など社会的影響の大きい対応措置を定めており、万が一予知が空振りに終わった場合に、これらの影響は 1 日 7200 億円にもものぼると試算されている(日本総研, 1995)。地震予知をとりまくこのような状況は、結果的に予知の空振りが許容されにくい環境と不確実性の高い情報の公開を困難とする状況を作り出している(深尾・石橋, 1996)。一方 1998 年 5 月、政府の地震調査委員会は、東海地震や宮城県沖地震等に関する「今後 30 年・50 年・100 年以内に地震が発生する確率」の試算結果が公表している。このような状況を考えると、今後、予知情報を有効に活用するためには、地震予知技術の向上とともに、不確実性を伴った予知情報の活用法や対応策についての研究を行う必要がある。そこで私達は、予知情報が対象とする予測期間とその精度に応じて、効果的に地震被害を軽減するための対策法について研究している。

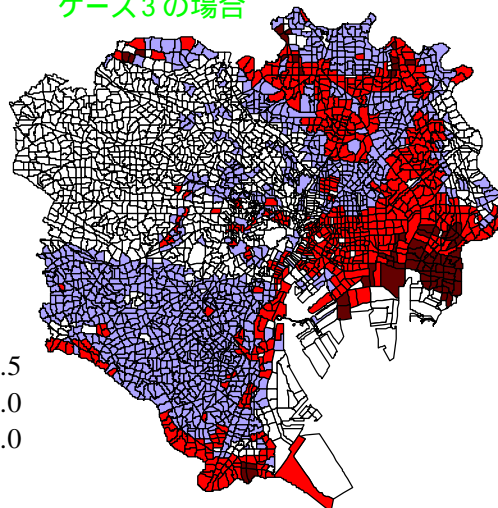
ところで地震予知には、予測期間の長短により長期予知・中期予知・短期予知・直前予知がある。一般的には、長期予知は数年から数百年以内、中期予知は数ヶ月以内、短期予知は数週間以内、直前予知は数時間から数日以内に、それぞれ地震の規模と発生する位置を予知するものである。ここではまず現実性の高いと思われる長期地震予知を対象として、予知情報を地域の被害抑止力の向上に有効活用する考え方を示す。兵庫県南部地震の経験からも、現在のわが国においては、人的被害の観点からも経済的被害の観点からも、地震被害のインパクトを最小化するには、既存不適格構造物を耐震補強し地震直後に発生する建物被害量を軽減することが最優先課題であることがわかっている。そこで本研究では対象地域において、事前対策としての耐震補強対策の実施による損失軽減額を、予知された地震の発生確率とその地震による想定被害量から算定し、単位対策費あたりの期待損失軽減額を用いた事前対策の評価手法を提案する。具体的には、耐震補強対策の実施時期と地震発生の時期の関係を、)見逃し、)対策実施中に地震発生、)対策完了後に地震発生、)空振りの 4 つ場合に分類し、事前対策実施時の単位対策費あたりの損失軽減額を、対策費、有対策時と無対策時のそれぞれの被害額と復旧費から計算する。この時、対策費と復旧費には、それぞれ対策と復旧に要した機能停滞損失が、被害額は建物等の資産価値の経年損失が含まれている。有対策時と無対策時の各々の被害額と復旧費は従来の被害想定手法を用いて予測可能である。



ケース2の場合



ケース3の場合



この図は東京 23 区を対象として、区部直下地震が今後 30 年内(2001~2030 年まで)に 30%の確率で予知された場合を想定し、構造物として最も問題の多い 1970 年以前の木造専用住宅(対象地域内で約 65 万棟)の 25%について耐震化を実施した場合の費用対効果を町丁目別に算出したものである。ケース 1 は 2010 年からの 2015 年までの 5 年間に耐震補強を実施した場合、ケース 2 とケース 3 は、それぞれ 2020 年までの 10 年間と 2030 年までの 30 年間に実施した場合の結果である。町丁目ごとの地盤情報から予知地震による地表地震動が評価され、これと建物ストック情報から被害量が算出される。私達は既存不適格構造物の耐震補強推進策として、「事前にしかるべき耐震補強対策を講じた建物が地震時に被害を受けた場合には、その構造物の建て替えや補修費の一部を行政が負担する」という新しい制度を提案し、これが行政サイドからも住民サイドからも有利な制度であることを示してきた(添付資料参照)が、今回の研究成果はこの提案制度をより有利に実施するための基礎情報を提供するものとなる。すなわち、行政や各地に多くの施設を持つ会社など立場からは、より合理的な補助制度の提案や対策の優先順位付けに、住民サイドからは自分の住んでいる地域と建物ごとに、地震予知情報の予知期間とその精度に応じて対策を実施すべき時期を的確に判断する基準として活用できるものである。

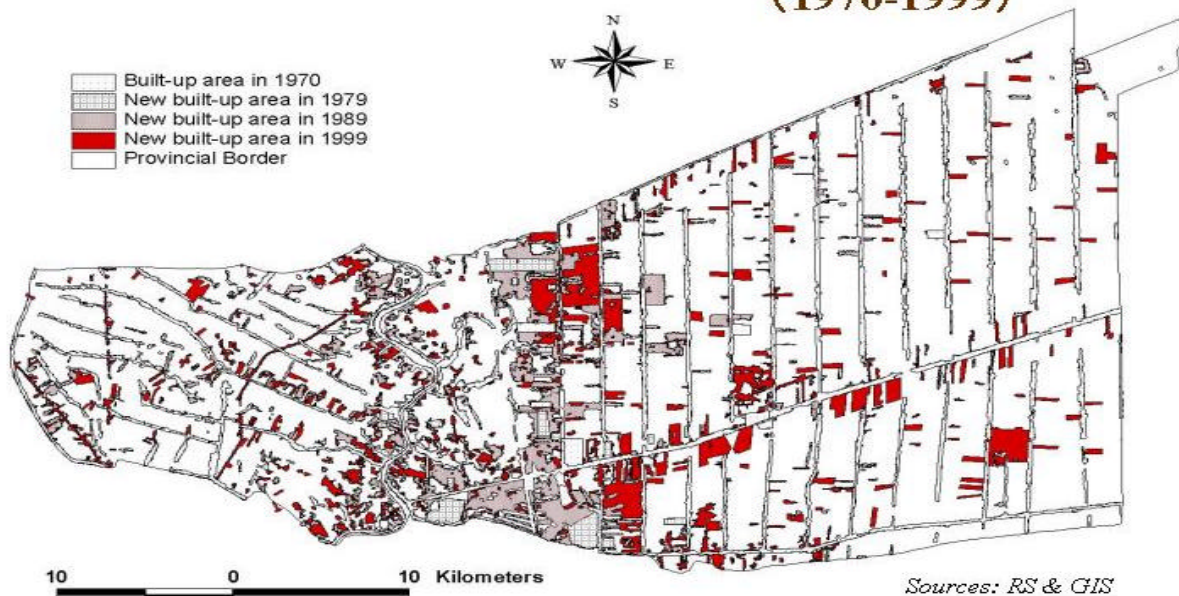
地理情報システム (GIS) によるアジア大都市圏の開発評価 タイにおけるケーススタディ

近年のアジア地域における都市圏の急激な発展は、地域の利便性を向上させる一方で、地域の環境劣化を引き起こすなど、都市の持続可能性、安全性の観点から多くの問題が指摘されている。特に、近年の日本におけるコンクリートの剥落、短期的な豪雨による被害などに見られるような都市基盤の安全性の問題が今後多くのアジアの都市圏で発生することが予想され、都市開発の持続可能性、安全性の評価、また、その対応策の立案は緊急の課題といえよう。しかしながら、アジア域の多くの都市では、これまでの開発に伴っての環境変化、社会経済状況の変化などに関する情報の収集が難しく、都市の持続可能性、安全性の評価はほとんど行われていない。

本研究は、衛星からのリモートセンシングデータや地上での調査データを収集し、これらの異なった性格のデータを地理情報システム (GIS) の上で統合的に処理、解析することにより、アジア都市圏における開発の持続可能性、安全性を評価することを目的とするものである。下記に示した一例は、タイ・バンコク郊外のパトンタニ地区における地域開発の状況を、リモートセンシングデータ等をもとに年次的に評価したもので、GIS システムの上で各種のデータが統合的に蓄積、処理されている。

リモートセンシング、地理情報システムを活用した都市開発の評価は、都市の空間構造やその時間変化といった基盤的パラメータの計測を可能とし、様々な環境や社会経済的なデータの融合処理を可能とすることから、都市、地域における持続可能性、安全性を評価するための有効な手段を提供するものと期待される。

バンコク郊外パトンタニ地区の市街域拡大 (1970-1999)



4.その他 (添付資料をご覧ください)