

地球温暖化に対応するための 技術に関する研究

技術政策課題：②地球環境への負荷の軽減

プロジェクトリーダー：環境研究部長 福田 晴耕

関係研究部：環境研究部・河川研究部・建築研究部・
住宅研究部・高度情報化研究センター・
危機管理技術研究センター

プロジェクト研究期間：平成13年度～16年度

国総研における 地球温暖化への対応

- 温暖化に関連した研究課題は、幅広い分野に跨る



- 分野横断的な研究・総合的取り組みが必要



- 国土技術政策総合研究所での「プロジェクト研究」として
総括的に各研究の推進を図る



反映、連携

- 総合科学技術会議

地球温暖化研究イニシアティブ

総合科学技術会議環境研究イニシャティブ

第2期科学技術基本計画

分野別推進戦略(総合科学技術会議)

重点4分野

ライフサイエンス

情報通信

環境

ナノテク・材料

イニシャティブ
(環境分野の
重要課題)

地球温暖化研究
イニシャティブ

ゴミゼロ型・
資源循環型技術研究
イニシャティブ

自然共生型流域圏・
都市再生技術研究
イニシャティブ

科学物質リスク
総合管理技術研究
イニシャティブ

地球規模
水循環変動研究
イニシャティブ

プログラム

温暖化総合モニタリング

温暖化将来予測・気候変化研究

温暖化影響・リスク評価研究

温室効果ガス固定化・隔離技術開発

温室効果ガス排出抑制技術開発

温暖化抑制政策研究

循環型社会創造支援システム開発

リサイクル技術・システム

循環型設計・生産

適正処理処分技術・システム

都市・流域圏環境モニタリング

都市・流域圏管理モデル開発

自然共生化技術開発

自然共生型社会創造
シナリオ作成・実践

リスク評価

リスク削減技術開発

リスク管理手法構築

知的基盤構築

全球水循環観測

水循環変動モデル開発

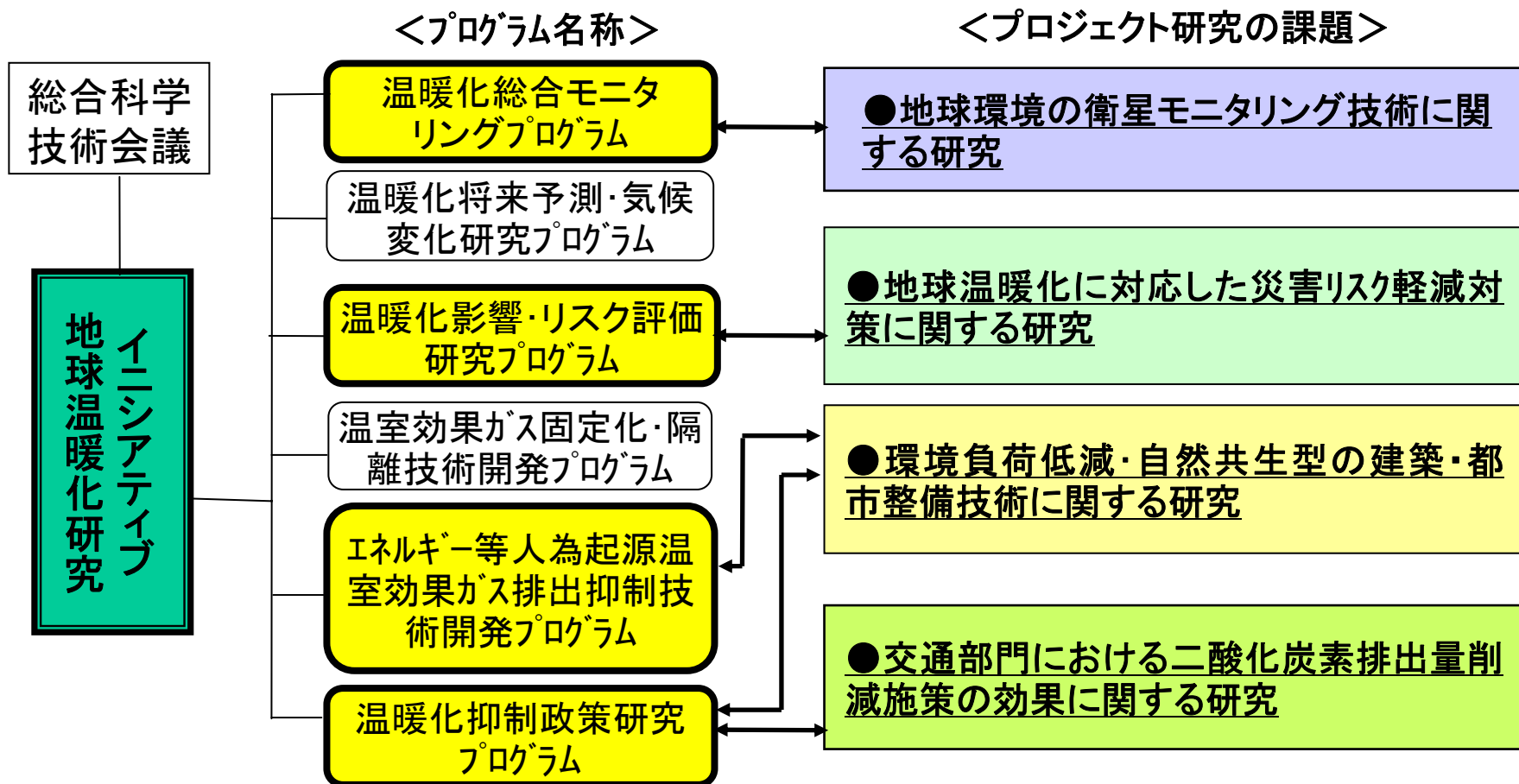
人間社会への影響評価

対策シナリオ・技術開発の
総合的評価

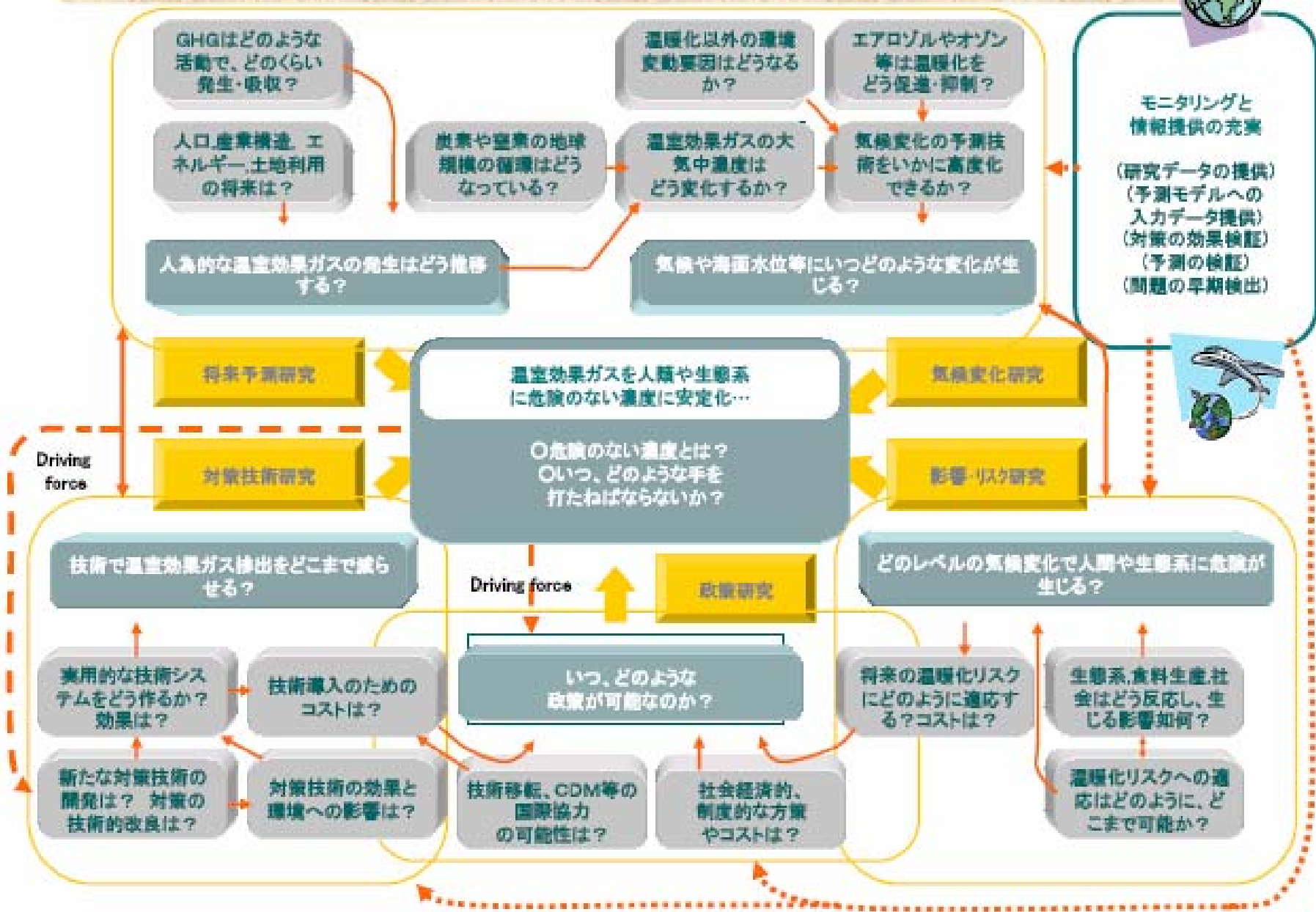
(実線:国総研が課題登録しているプログラム)

各省の個別研究開発施策・課題

プロジェクト研究とイニシアティブとの関連



地球温暖化総合研究プログラムの全体イメージ



地球温暖化総合研究プログラムの全体イメージ



GHGはどのような活動で、どのくらい発生・吸収?

人口・産業構造、エネルギー・土地利用の将来は?

炭素や窒素の地球規模の循環はどうなっている?

温暖化以外の環境変動要因はどうなるか?

温室効果ガスの大気中濃度はどう変化するか?

エアロゾルなど

気候変動

人為的な温室効果ガスの発生はどう推移

気候や海面水位等にいつどのようになる?

温室効果ガスを人間や生態系に危険のない濃度に安定化...

●環境負荷低減・自然共生型の建築・都市整備技術に関する研究

○エネルギー自立循環型建築・都市システム技術の開発

○自動制御・マネジメントによる建築・設備の環境負荷低減技術に関する研究

○木材活用型低環境負荷建築構造技術の開発

○木質系廃棄物発生抑制技術の開発

●交通部門における二酸化炭素排出量削減施策の効果に関する研究

○都市交通起源のCO2排出量予測モデルの構築

○CO2排出量削減シナリオの作成

○温暖化防止行動実行のための方策

●地球環境の衛星モニタリング技術に関する研究

○リモートセンシング技術による都市緑地のCO2固定量算定手法の開発

○グランドトゥールースデータを活用した土砂移動減少把握手法

●地球温暖化に対応した災害リスク軽減対策に関する研究

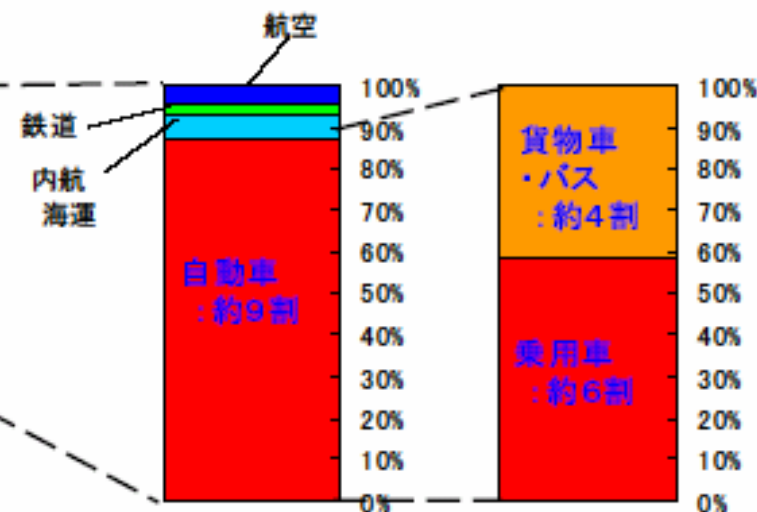
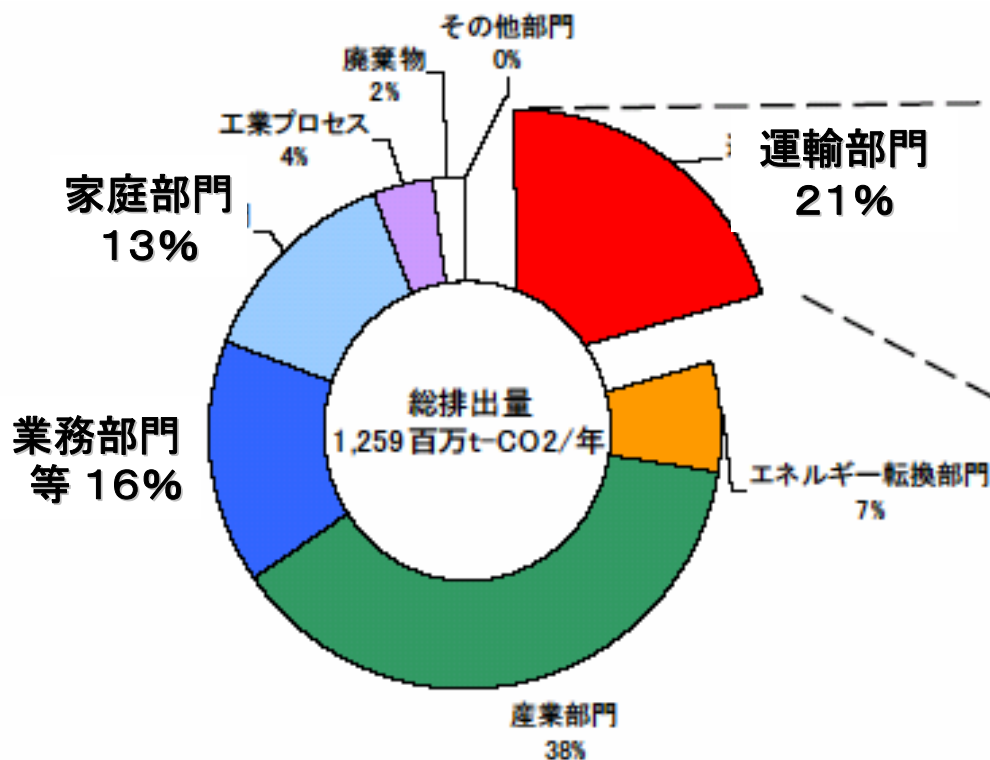
○土砂災害リスク評価

○洪水・渇水リスク分析

○水害脆弱性指標(FVI)

これまで可能か?

2003年度の二酸化炭素排出量の部門別内訳



出典: 温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)資料より作成

プロジェクト研究の構成

1. 地球環境の衛星モニタリング技術に関する研究
2. 地球温暖化に対応した災害リスク軽減対策に関する研究
3. 環境負荷低減・自然共生型の建築・都市整備技術に関する研究
4. 交通部門における二酸化炭素排出量削減施策の効果に関する研究

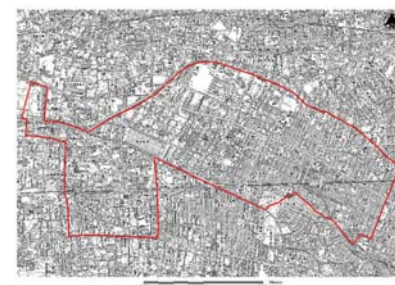
リモートセンシング技術による都市緑地のCO₂固定量算定手法の開発

研究対象地域

- ◆東京都小金井公園及び周辺住宅地
- ◆東京都武蔵野市全域



東京都小金井公園及び周辺住宅地



東京都武蔵野市全域

実施内容と成果①

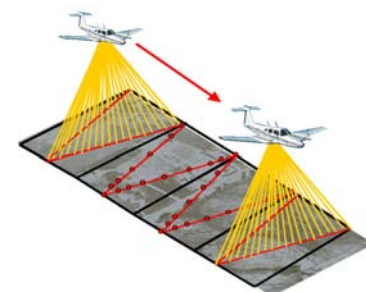
- ◆高分解能人工衛星IKONOSと航空機搭載レーザスキャナによる樹木パラメータ(樹高、樹木本数等)の抽出と精度検証
- ◆樹木パラメータからCO₂固定量の算定



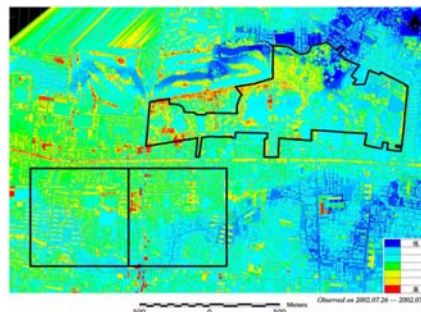
- 樹高 : 誤差1~2m程度の安定した精度
- 樹木本数 : 精度が不安定
- CO₂固定量 : 樹木本数の精度に大きく影響



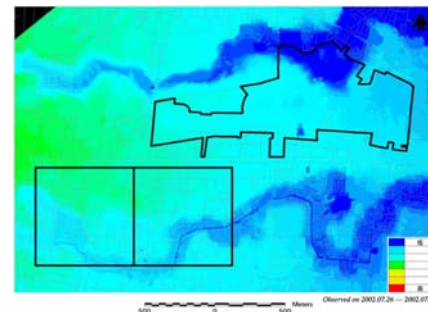
IKONOS画像



航空機搭載レーザスキャナ の概念



数値表層モデル(DSM)



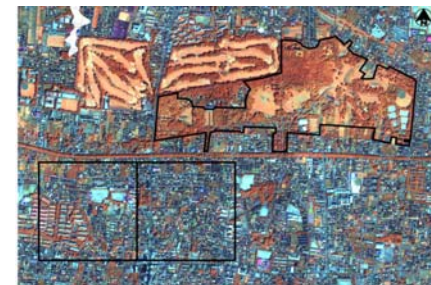
数値標高モデル(DEM)

実施内容と成果②

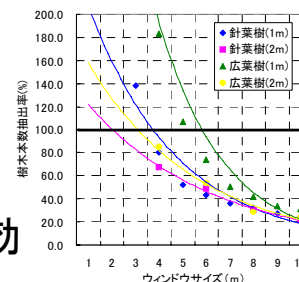
- ◆IKONOSの画像情報から直接的にCO₂固定量を求める手法の検討
- ◆航空機搭載ハイパースペクトラルセンサによる樹種判別の検討
- ◆樹高、樹木本数の誤差補正手法の検討



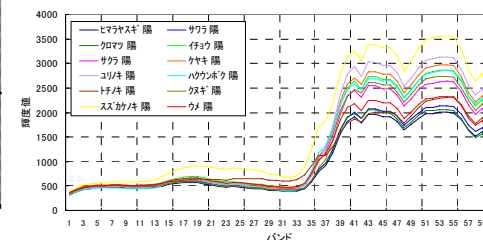
- 多変量解析によってCO₂固定量の算定が可能
- ハイパースペクトラル画像は特定樹種の抽出に有効
- 針葉樹/広葉樹別の手法・補正值で誤差軽減



ハイパースペクトラル画像



樹木本数の誤差軽減



主要樹種の分光反射曲線

実施内容と成果③

- ◆自治体スケール(東京都武蔵野市)の都市緑地
総量把握およびCO₂固定量算定
- ◆自治体へのヒアリングを通じ、都市緑地総量
調査手法の利用性検討(緑の実態調査)



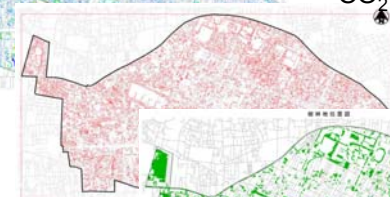
- さまざまなCO₂固定量算定手法のメリット、デメリットを整理
- 自治体の調査への有用性を確認



緑被



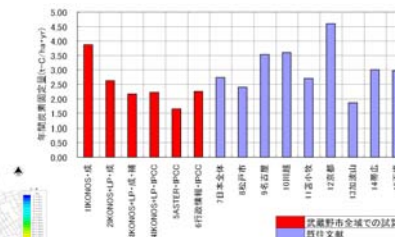
樹高



樹木位置



樹林

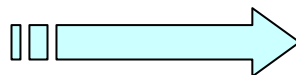


CO₂年間固定量の比較

樹種

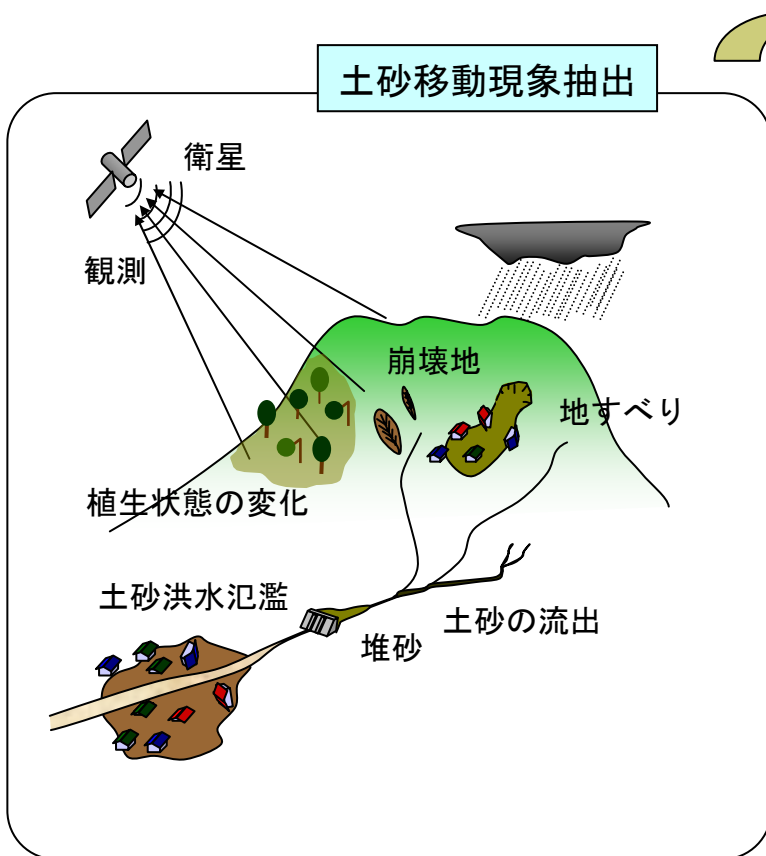
グラントゥールスデータを活用した土砂移動現象把握手法

地球温暖化による異常気象・植生変化等により、土砂移動現象が広域化・大規模化した場合の、衛星による効率的なモニタリング手法を検討

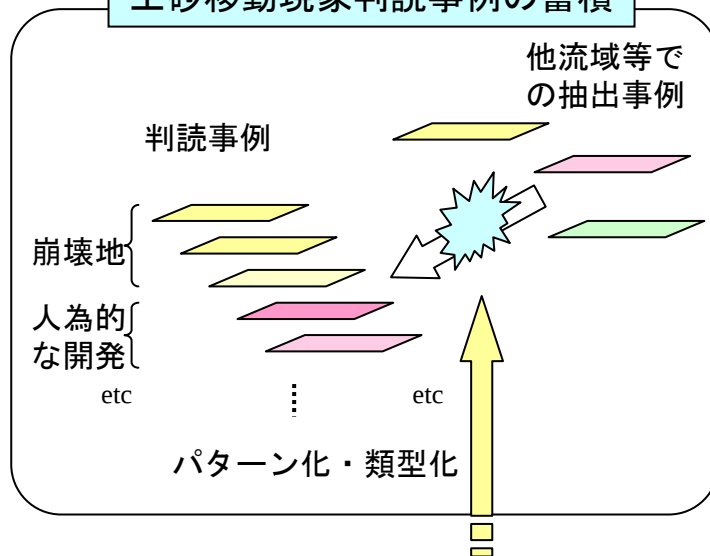


- ①現在利用可能な衛星で土砂移動現象を抽出・判読した事例を蓄積し、パターン化・類型化
- ②グラントゥールス情報を活用した衛星画像解析手法の検討

土砂移動現象抽出



土砂移動現象判読事例の蓄積



解析手法の検討

建築物・構造物
河川・道路etc
利用可能なグラントゥールス情報の併用による衛星画像の解析

衛星モニタリング手法の確立による、土砂移動現象の経年変化の把握

プロジェクト研究の構成

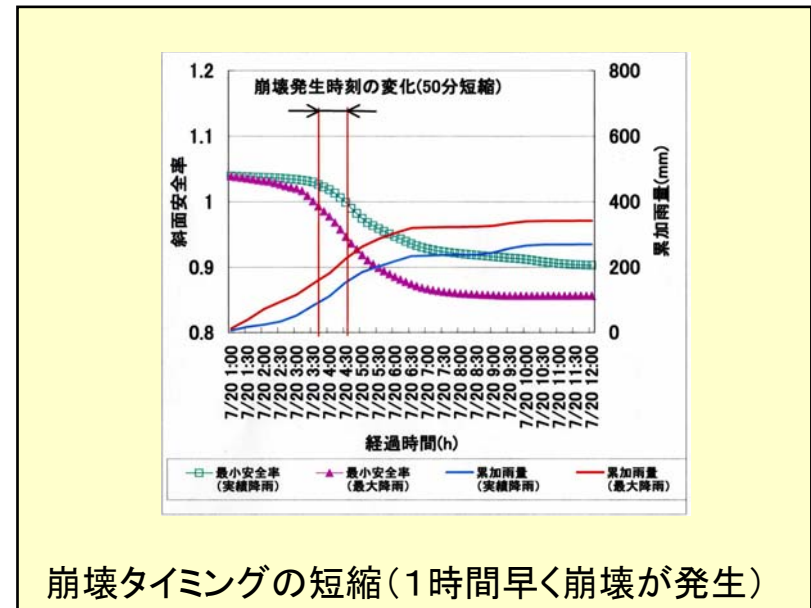
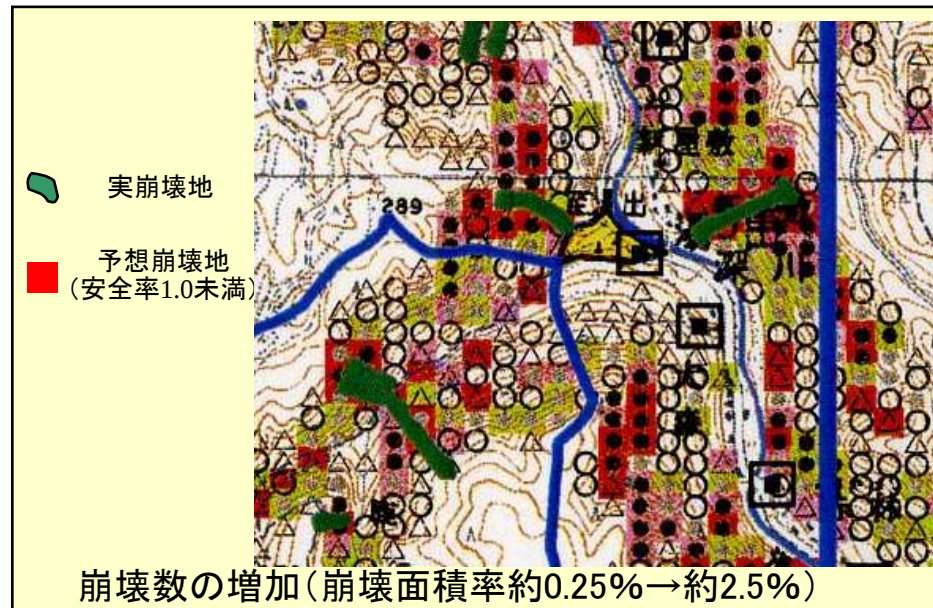
1. 地球環境の衛星モニタリング技術に関する研究
2. 地球温暖化に対応した災害リスク軽減対策に関する研究
3. 環境負荷低減・自然共生型の建築・都市整備技術に関する研究
4. 交通部門における二酸化炭素排出量削減施策の効果に関する研究

(1) 土砂災害リスク

① 災害危険度の評価

地球温暖化降雨(ピーク雨量強度・連続雨量の増加)による土砂災害リスクについて、モデル地区(熊本県水俣市)において検証

地区内で観測された実最大雨量(90mm/h、222mm/d)を地区全域に適用し、浸透流解析および斜面安定解析を実施した。



被災範囲の広域化

防災対応(初動)の余裕減

これまで以上に迅速・円滑な警戒避難体制の構築が必要

(1) 土砂災害リスク

②防災体制の脆弱性評価

大きな土砂災害の経験後、防災体制の充実化を図った自治体(例として広島市)と、災害時点では体制構築が不十分だった自治体(例として水俣市)について、災害対処活動の内容を比較した。

地域防災計画の比較(主な項目)

計画書記載項目	広島市 (平成15年、災害経験後作成)	水俣市 (平成15年、災害経験前作成)
水防訓練	教育、訓練	—
防災訓練の指導・協力	市民、事業所等への積極的な働きかけ	—
自主防災組織	知識の普及 自主防災体制の充実強化 リーダー育成 活動環境の整備 活動の活性化 少年消防クラブ等の育成、指導 消防団の強化 企業防災活動の促進	自主防災組織の育成及び指導
災害時要援護者対策	予防対策 避難救護体制の確立	— —
災害ボランティア	連絡調整会議 支援センターとの連携 受け入れ体制	— — —
避難対策	注意喚起、自主避難の呼びかけ 自主避難、避難勧告等の判断基準 住民説明等の実施 関係機関への通知 災害種別に応じた避難 避難誘導、避難路の確保、避難場所開設	— — — — —

災害の経験により、より詳細・具体的な部分まで計画に位置付け

- ・温暖化対策として、より迅速な警戒避難体制の確立を行う必要
- ・一方、災害経験の有無により防災体制の脆弱性に差

市町村における防災体制の脆弱性を各自で評価するツールが必要

リスク診断票(案)の提案



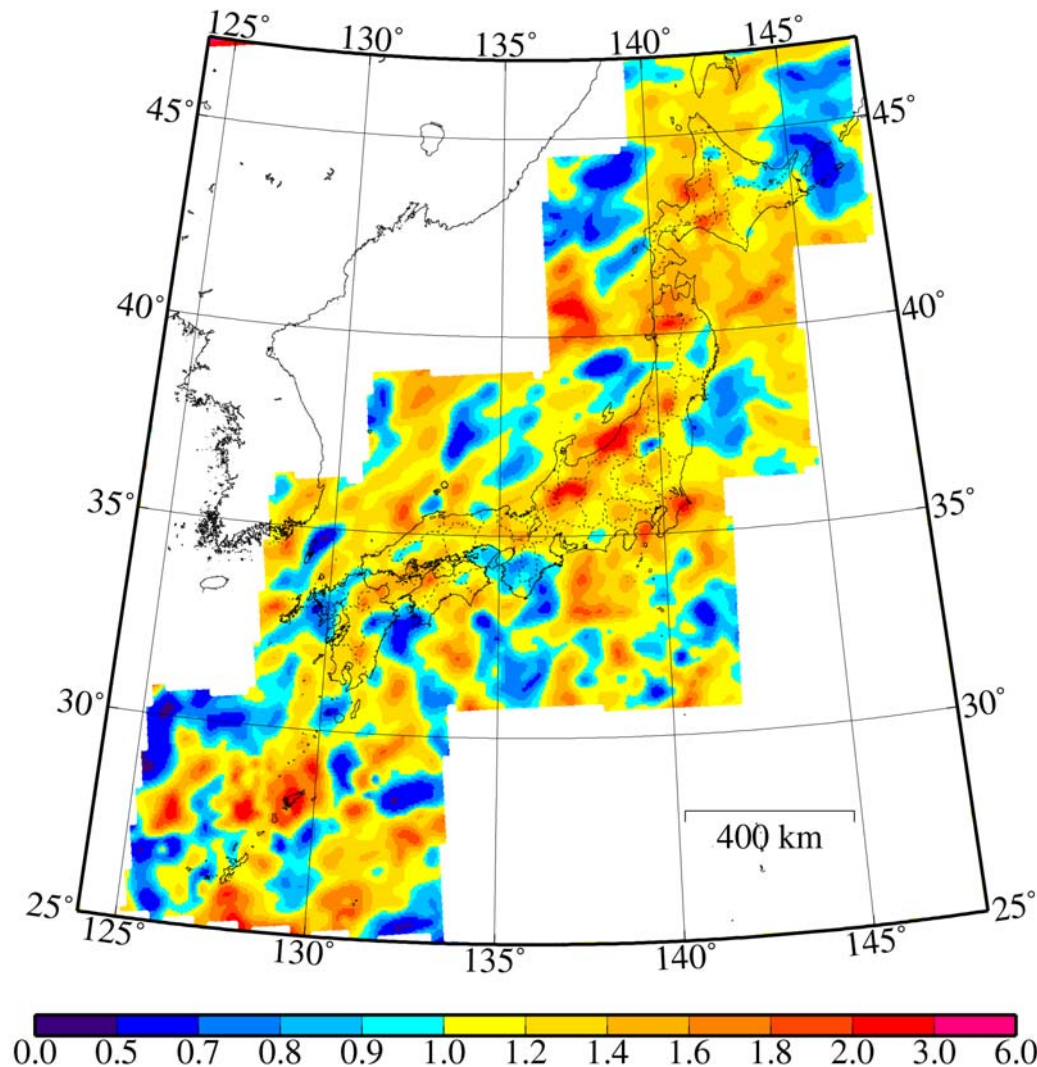
診断項目	診断内容	
土砂災害危険箇所	● 過去に発生した土砂災害	1. 土石流 2. がけ崩れ 3. 地すべり 4. その他 5. 発生したことはない
	● 災害発生の時期	1. 3年以内 2. 3～10年以内 3. 10～20年以内 4. 20年以上前 5. わからない
避難所・避難路	.	.
	.	.
	.	.
	● 避難所・避難路の公表・周知	1. 位置図を配付している 2. 立て看板を設置している 3. 町内の掲示板等で明記している 4. HP等に掲載している 5. 説明会等を開いている 6. 広報誌等に記載している 7. 特に公表はしていない
	● 避難時の行動について	1. 避難にあたって担当者を複数 2. 災害時要援護者を優先避難 3. 災害時要援護者の住居を把握 4. 指定避難所が使用できない場合 5. 代替避難路を設定 6. その他
啓発活動	● 地域防災計画書への記載	1. 位置図と一覧表 2. 一覧表 3. 特に記載なし 4. 分からない
	● 避難所の構造	1. 鉄筋・鉄骨作り 2. 木造だが補修の予定がある 3. 木造で補修の予定はなし 4. 斜面に近い場合、斜面に面し
啓発活動	● 避難路の状況	1. 途中に土砂災害危険箇所がある 2. 途中に橋がある 3. 途中に街灯がない 4. 途中に防災行政無線スピーカー 5. その他危険な箇所がある
	● 定期的な防災訓練	1. 小中学校等で実施する避難訓練 2. 総合防災訓練(県等の主催)

防災体制の脆弱性評価のためのリスク診断票(案)

(2) 洪水リスク

地域気候モデル(RCM20)の分析

RCM20 日降水量100年確率値変化率(2081-2100年平均/1981-2000年平均) : gumbel法



100年確率最大日降水量の変化率
(100年後／現在)

地域気候モデル(RCM20)とは・・・

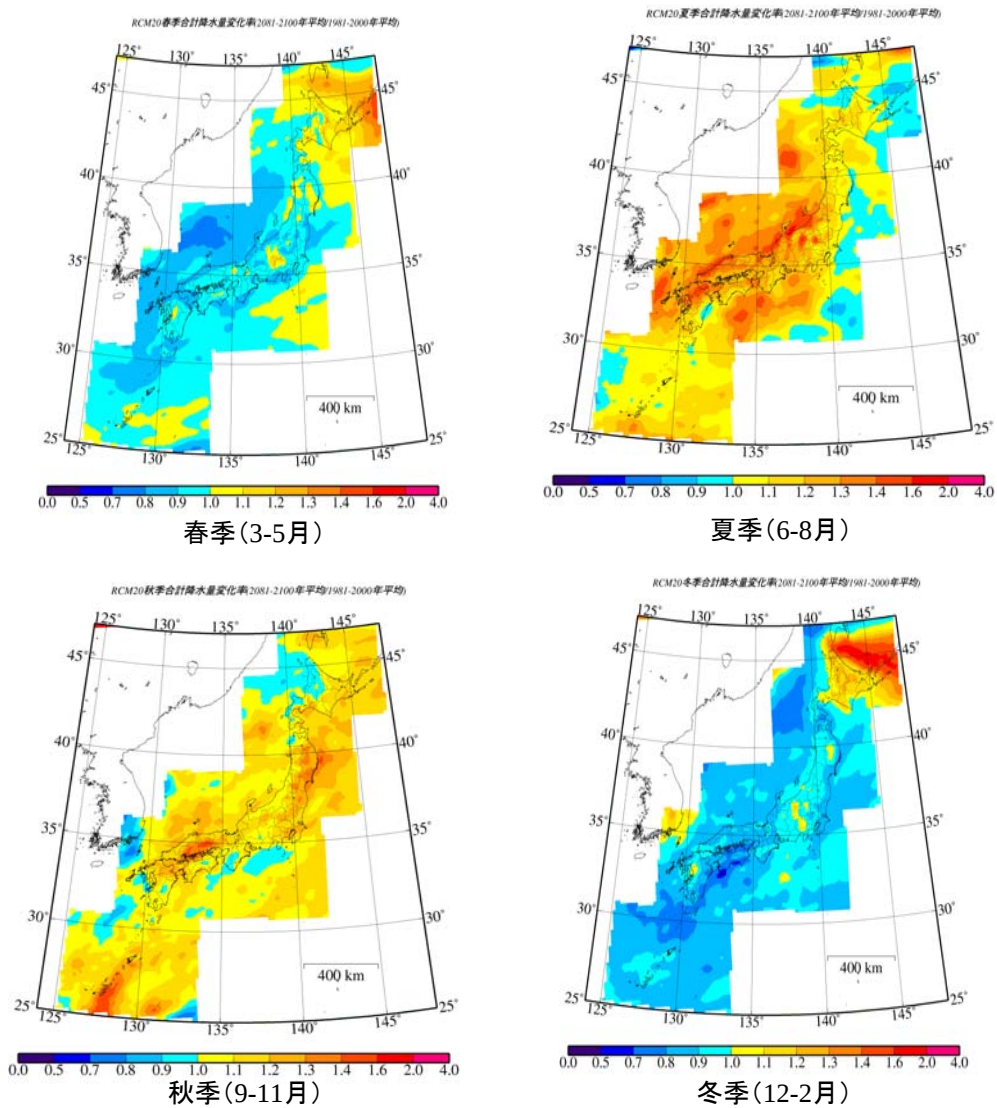
- 気象庁・気象研究所が開発
- **水平分解能20km**(全球大気海洋結合モデル(CGCM2,水平分解能約280km)の出力を境界条件として、日本域をダウンスケーリングしたもの)
- 使用されている**温室効果ガス排出シナリオはA2**(独立独行と地域の独自性を基本にした地域的経済発展を中心としたシナリオ)

100年後

- ・ 紀伊半島、九州の一部を除いて100年確率年最大日降水量が増加
- ・ 特に北海道西部、東北北部、北陸等で増加が顕著

(3) 渇水リスク

地域気候モデル(RCM20)の分析

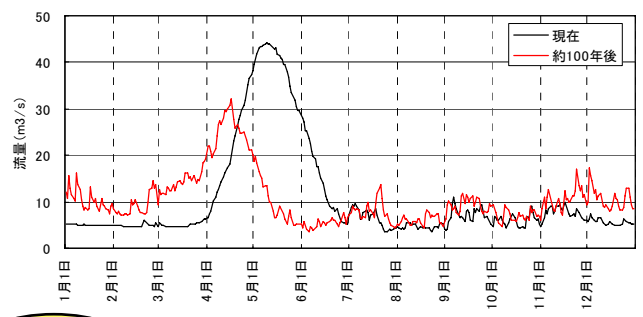


100年後 季節別降水量の変化率(100年後／現在)

- ・冬から春にかけて北海道を除く広い範囲で降水量が減少

利根川流域における試算

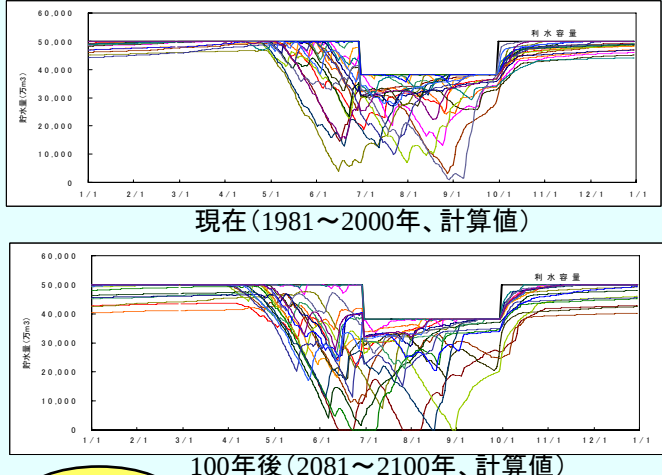
矢木沢ダム流入量の変化 (現在、100年後)



100年後

- ・気温上昇等により積雪量が減少、融雪出水の時期が早まる
- ・5～6月のダム流入量が大幅に減少

ダムの利水運用への影響(8ダム合計貯水量)



100年後

ダム貯水量が頻繁に低下

プロジェクト研究の構成

1. 地球環境の衛星モニタリング技術に関する研究
2. 地球温暖化に対応した災害リスク軽減対策に関する研究
3. 環境負荷低減・自然共生型の建築・都市整備技術に関する研究
4. 交通部門における二酸化炭素排出量削減施策の効果に関する研究

環境負荷低減・自然共生型の建築・都市整備技術に関する研究

(1) 資源・エネルギーの自立循環型建築・都市システム技術の開発

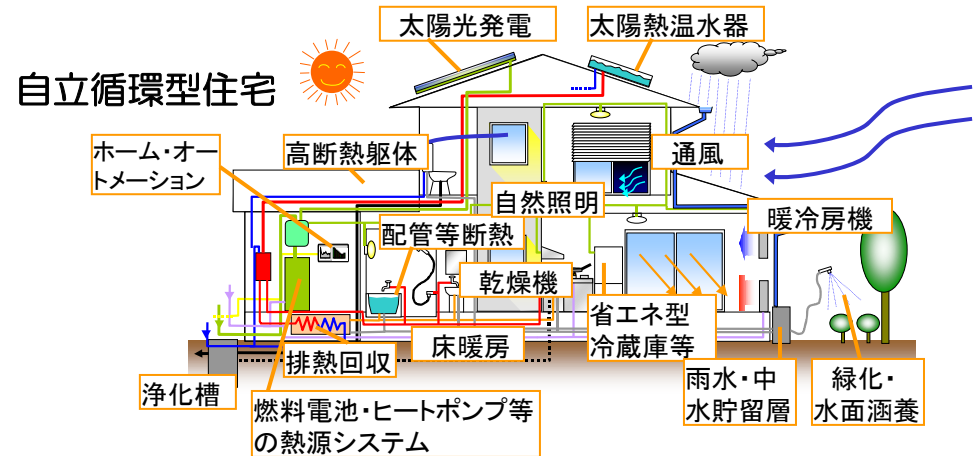
1) エネルギー自立循環型建築・都市システム技術の開発

技術開発の課題

従来型のシステムと比較して**エネルギー消費量を50%低減できる**、エネルギー・資源を極力外部に依存しない**自立循環型建築システム**及び関連する都市基盤計画技術を開発する。

実施内容

- ・自立循環のための住宅・都市システム最適化技術の開発
- ・IT技術の活用による計測・診断・維持管理システムおよび普及システムの開発

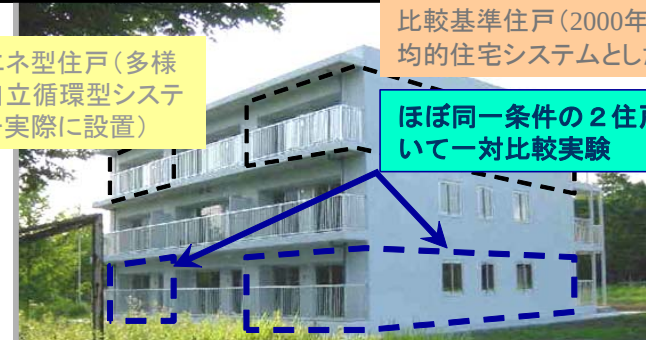


実居住条件を正確に反復できる「生活ロボット」により同一生活条件で省エネ効果の実証を行っている。

省エネ型住戸(多様な自立循環型システムを実際に設置)

比較基準住戸(2000年の平均的住宅システムとした)

ほぼ同一条件の2住戸を用いて一対比較実験



- ・場 所: 茨城県つくば市 建研・国総研内
- ・主要構造: RC造 ・階 数: 地上3階 ・延床面積: 956.16㎡
- ・住戸数: 9戸(1住戸約73㎡) ・建物高さ: 9.6m ・建築面積: 956.16㎡

(1) 資源・エネルギーの自立循環型建築・都市システム技術の開発

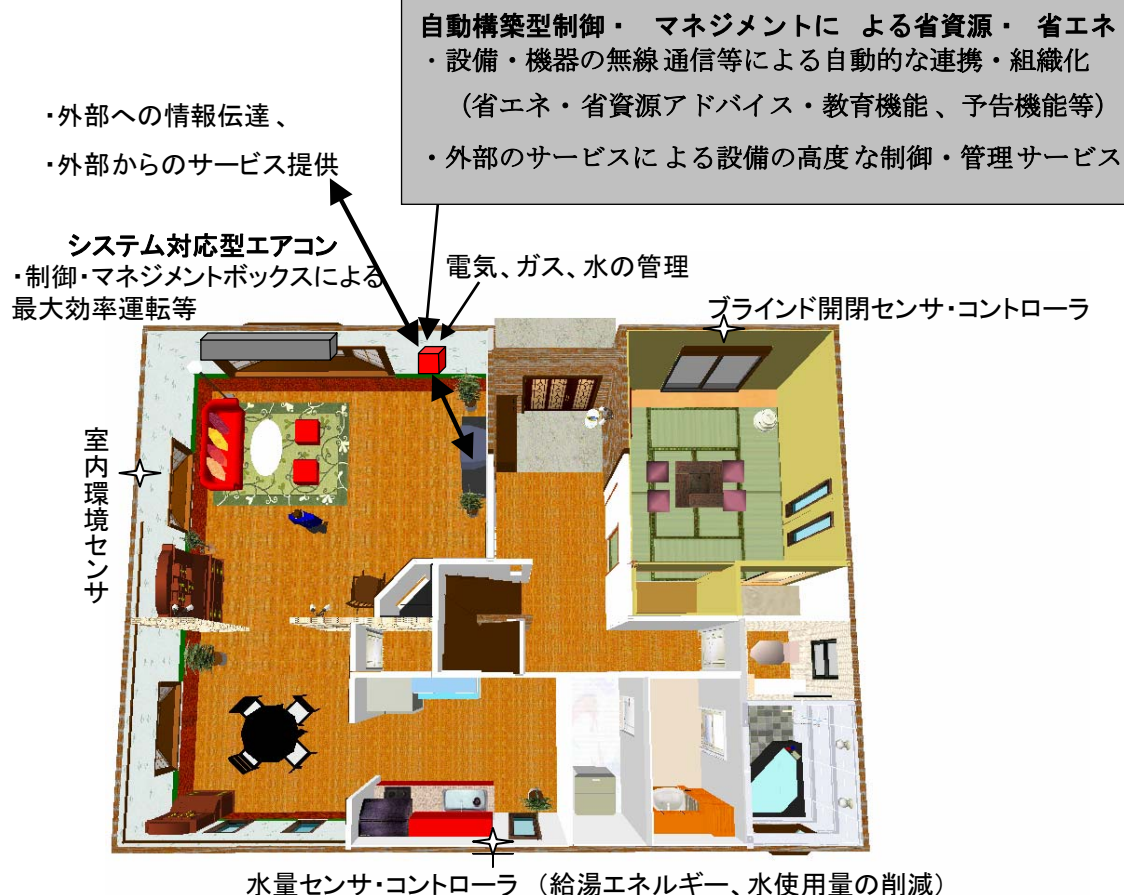
2) 自動制御・マネジメントによる建築・設備の環境負荷低減技術に関する研究

技術開発のアウトプット

エネルギー消費の効率化を図るため、これまで使用者に依存してそれぞれ独立して運転・制御されてきた住宅・建築物の設備機器について、センサーや組込型コンピューターを活用して自動的に連携・制御することを可能とするシステムを構築する。

実施内容

- ①住宅・建築物に設けられる設備機器の自動的な連携・制御を可能とするシステムの開発
- ②複数の建築物に設けられた設備機器の連携・制御を可能とするシステムの開発



(2)低環境負荷・資源循環型木質建築技術の開発

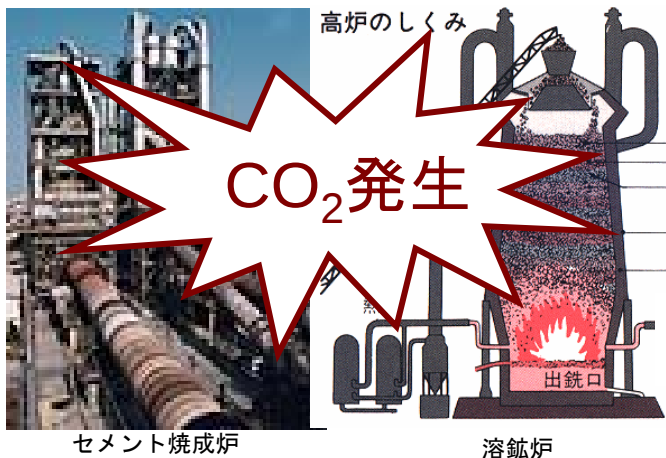
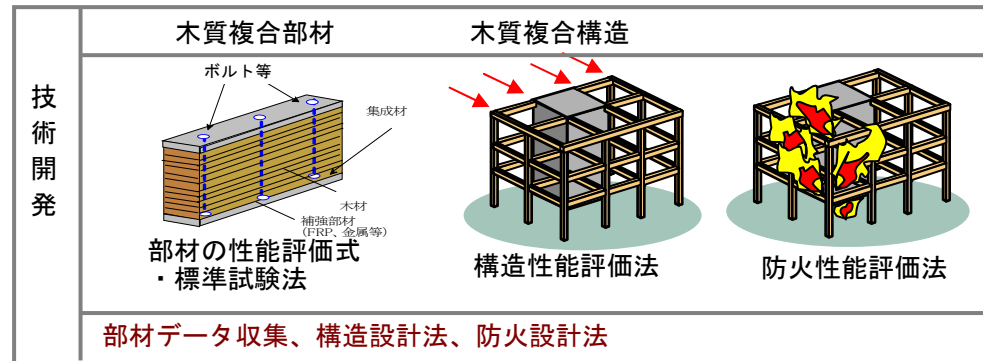
1)木材活用型低環境負荷建築構造技術の開発

技術開発のアウトプット

・低環境負荷材料である木材を活用した建築構造の性能評価法を開発し、技術基準の改正を通じて、**4～5階程度の中層の事務所建築物等を木質複合構造で建設可能**とする。

実施内容

- ・木質複合部材の性能評価式・標準試験法の開発
- ・木質複合構造の構造性能評価法の開発
- ・木質複合構造建築物の防火性能評価法の開発



建設時にCO₂発生量が少なく、炭素固定効果がある木材の利用拡大



木質複合構造建築物

(2)低環境負荷・資源循環型木質建築技術の開発

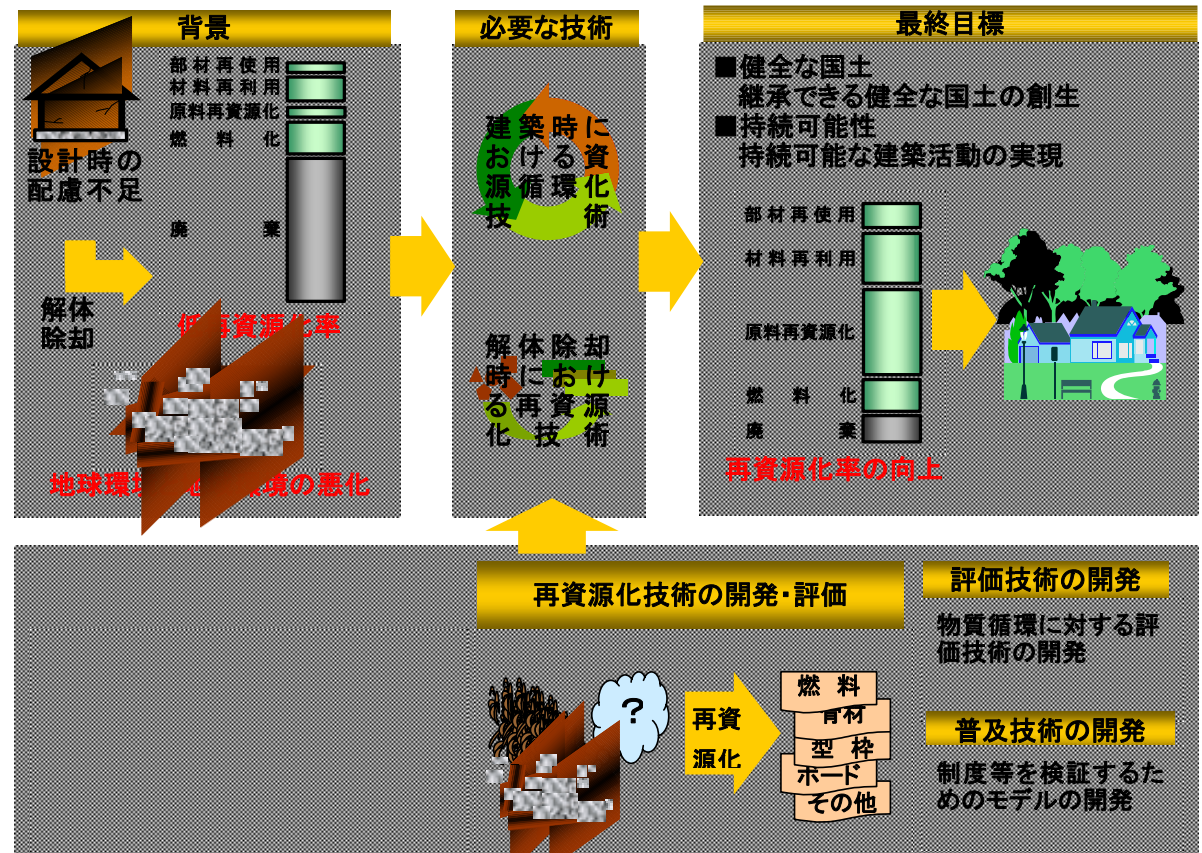
2)木質系廃棄物発生抑制技術の開発

技術開発のアウトプット

- ・木材は低環境負荷材料であるが、木造建築物の除却・解体時には、再資源化が困難な、木材とモルタル等が混ざった混合廃棄物が問題となっている。
- ・このため、本研究においては、**木質系廃棄物発生抑制技術**を開発した。

実施内容

- ・廃棄物発生抑制型木造構法の開発
- ・建築材料・部材の再資源化技術の開発
- ・再資源化及び資源潤滑化技術普及システムの開発



プロジェクト研究の構成

1. 地球環境の衛星モニタリング技術に関する研究
2. 地球温暖化に対応した災害リスク軽減対策に関する研究
3. 環境負荷低減・自然共生型の建築・都市整備技術に関する研究
4. 交通部門における二酸化炭素排出量削減施策の効果に関する研究

交通部門における二酸化炭素排出量削減施策の効果に関する研究

- 1) 新しい地球温暖化対策推進大綱で示された温室効果ガス削減量の早期目標達成 と
- 2) 京都議定書の第1約束期間以降の更なる削減に向けた施策の効率的な実施



温暖化対策のための施策や事業を効率的かつ効果的に実施するためには、
どこに どんな施策を どれだけ いつまでに 必要なのかシナリオを示す必要がある

交通から排出されるCO₂の削減施策

自動車走行台キロあたりの CO₂排出量削減施策

交通の円滑化

- ・ピーク時交通量の分散
- ・ボトルネック対策の実施

低公害車の普及促進

- ・自動車関係諸税のグリーン税制
- ・低公害車の導入

自動車走行台キロそのものの削減施策

他の交通機関への転換等

- ・鉄道料金の値下げ
- ・バスの運行本数の増加
- ・P&R駐車場の整備
- ・自転車道の整備
- ・ロードプライシング
- ・共同配送等による積載率の向上

交通負荷の小さい土地利用

- ・都心の高度化
- ・在宅勤務
- ・物流拠点の適正配置、広域物流ターミナルの整備

環境税の導入

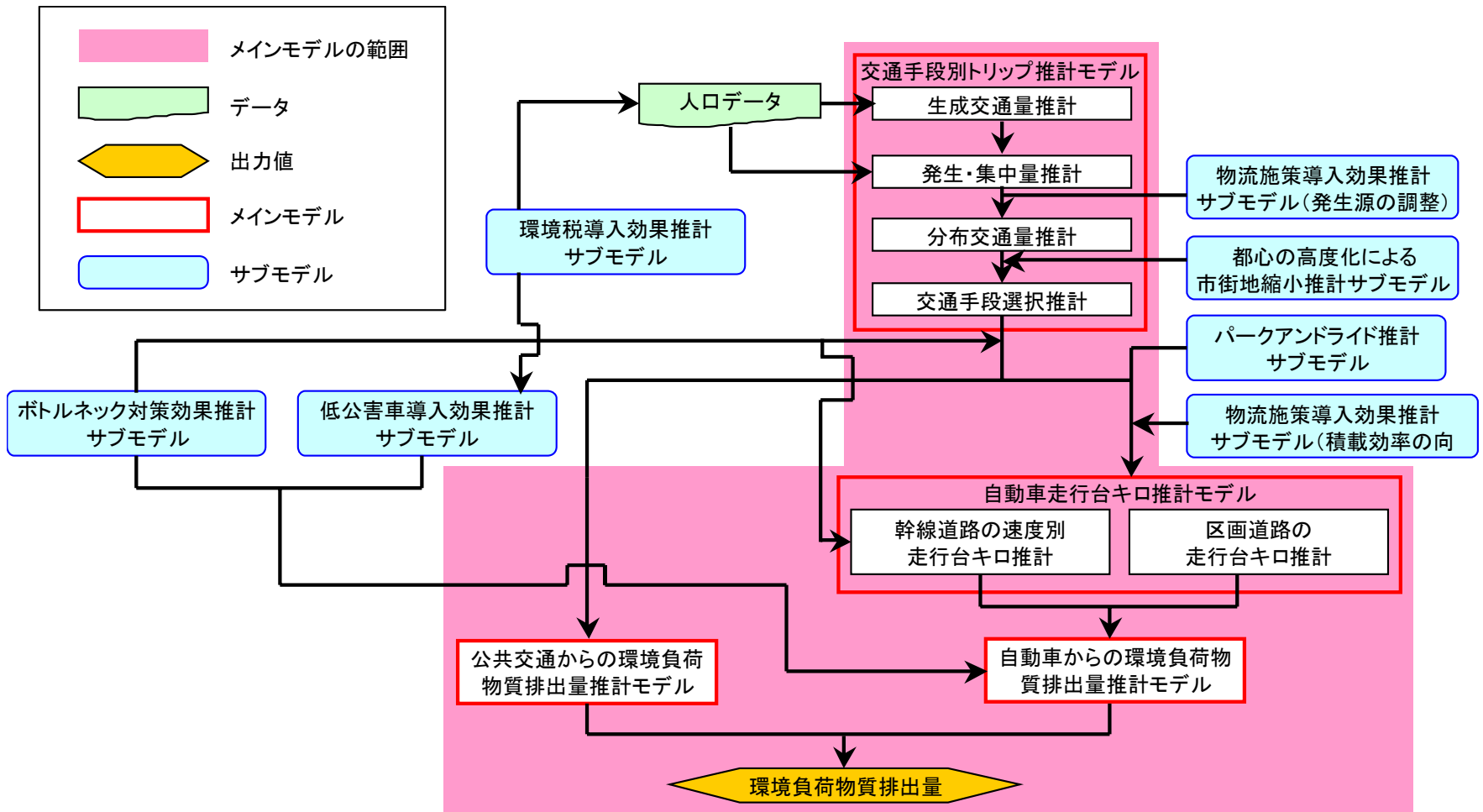
研究項目

- ・交通起源のCO₂排出量予測モデルの構築
- ・二酸化炭素低減施策の社会的受容性向上方策に関する研究

都市交通起源のCO₂排出量予測モデルの構築

「都市交通の環境負荷低減施策評価モデル」

- ・ 4段階推定法（発生交通量→起終点交通量→手段分担→道路交通量というステップをともなつて道路交通量を推定する手法）を基礎としたモデル
- ・ 都市圏で発生するCO₂排出削減量を推計するモデル（東京、福岡、宇都宮都市圏をケーススタディ都市として開発）

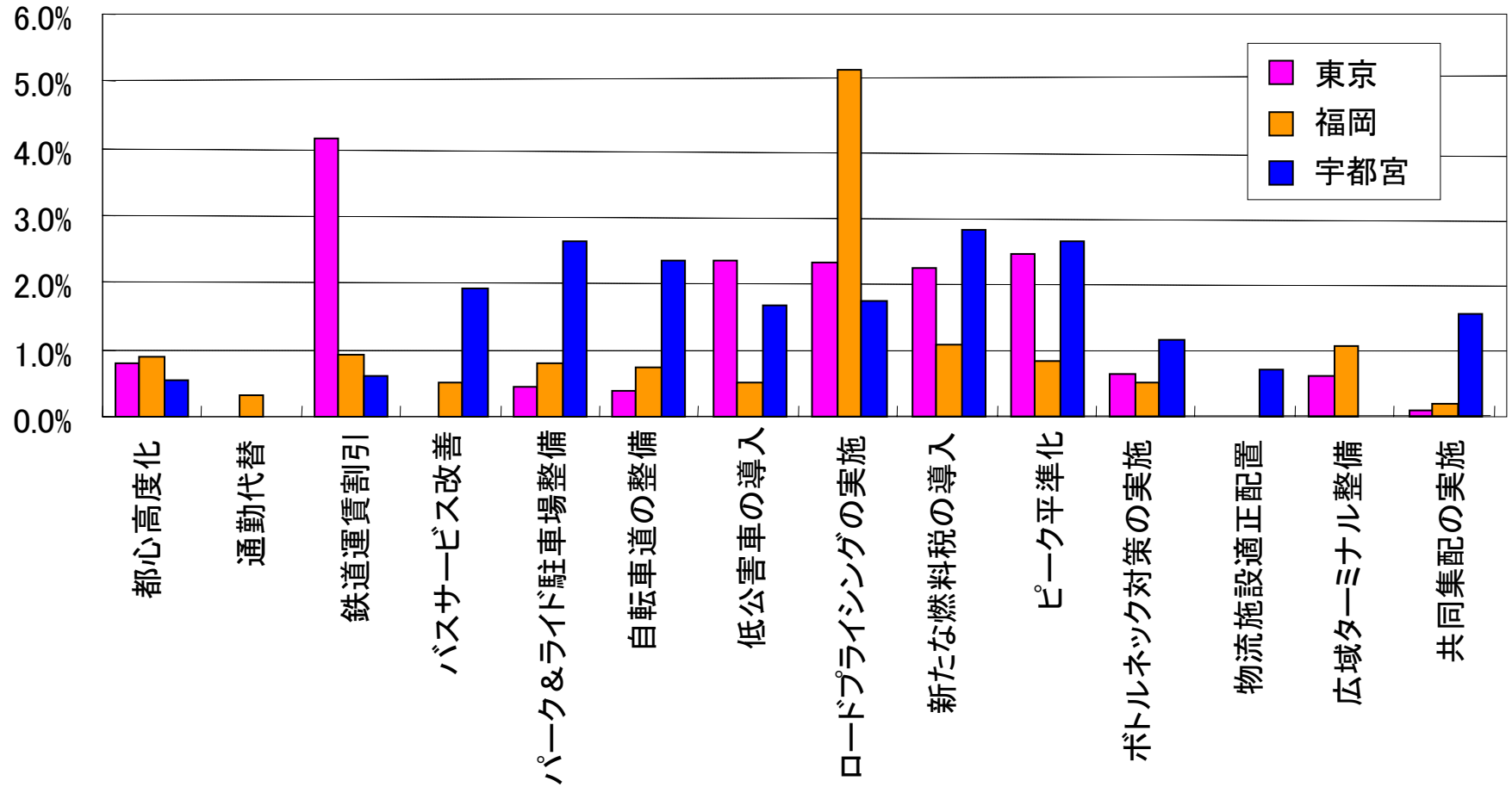


「都市交通の環境負荷低減施策評価モデル」で検討した 推計対象施策と施策実施量

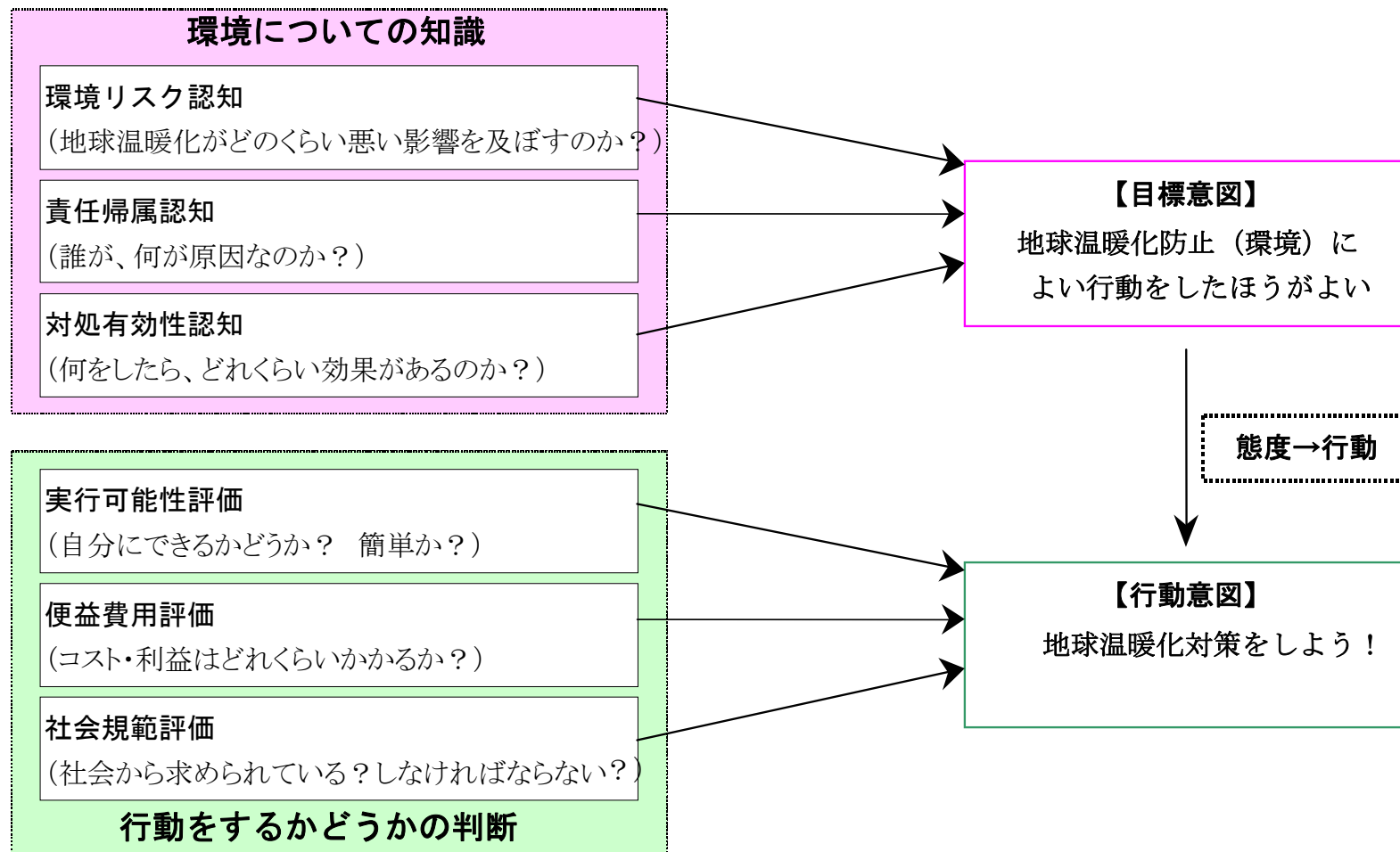
施策番号	施策名	施策内容	施策実施量
1	都心の高度化	都心地区の3次産業就業者数を増加させる	1.2倍に増加
2	通勤代替	都心地区の3次産業就業者が在宅勤務を行う	10%在宅勤務
3	鉄道料金値下げ	運賃を割引	20%割引
4	バス運行本数の増加	バス運行本数を増加させる	運行頻度2倍
5	P & R駐車場の整備	P & R駐車場を郊外部に整備する	郊外部に1万台
6	自転車道整備	自転車道を整備する	2%に自転車道
7	低公害車導入	乗用車から電気自動車に転換させる	4%を転換
8	ロードプライシング	郊外部から都心及び周辺部への流入車へ課金	流入車へ300円課金
9	環境税	炭素1tあたりに課金する	炭素1tあたり10,000円
10	ピーク平準化	ピーク時交通量平準化	ピーク時前後1時間
11	ボトルネック対策の実施	主要渋滞ポイントにて対策を行う	対策実施
12	物流施設適正配置	都心地区にある物流施設を郊外部に移転する	都心0.5km ² を郊外移転
13	広域物流ターミナルの整備	郊外地区に広域物流ターミナルを整備する	郊外部に1km ² 整備
14	共同集配の実施	都心地区の貨物車が共同集配を実施する	30%の貨物車が実施

「都市交通の環境負荷低減施策評価モデル」による 施策効果の推計結果

二酸化炭素削減割合



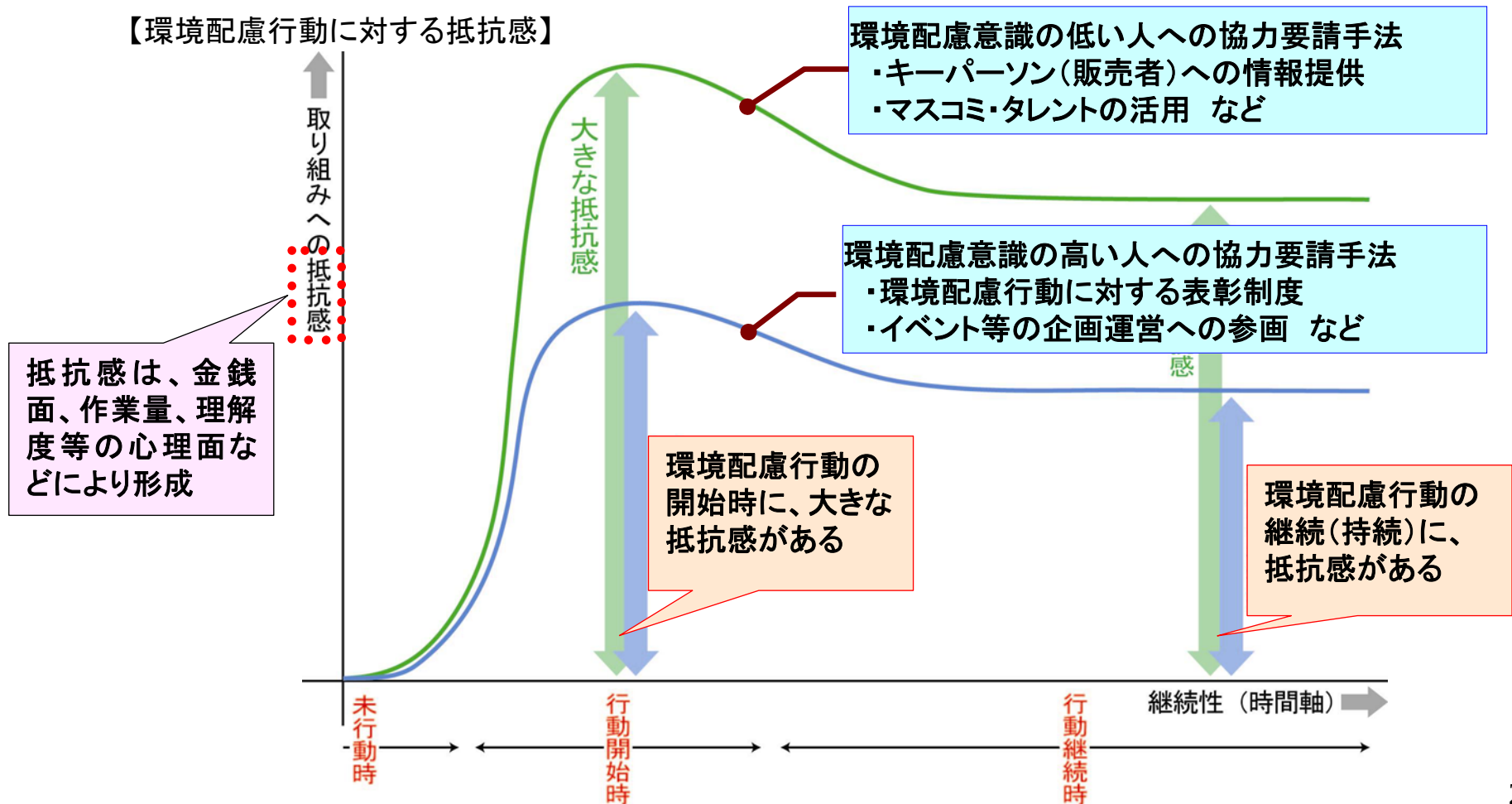
地球温暖化防止行動実行のための方策



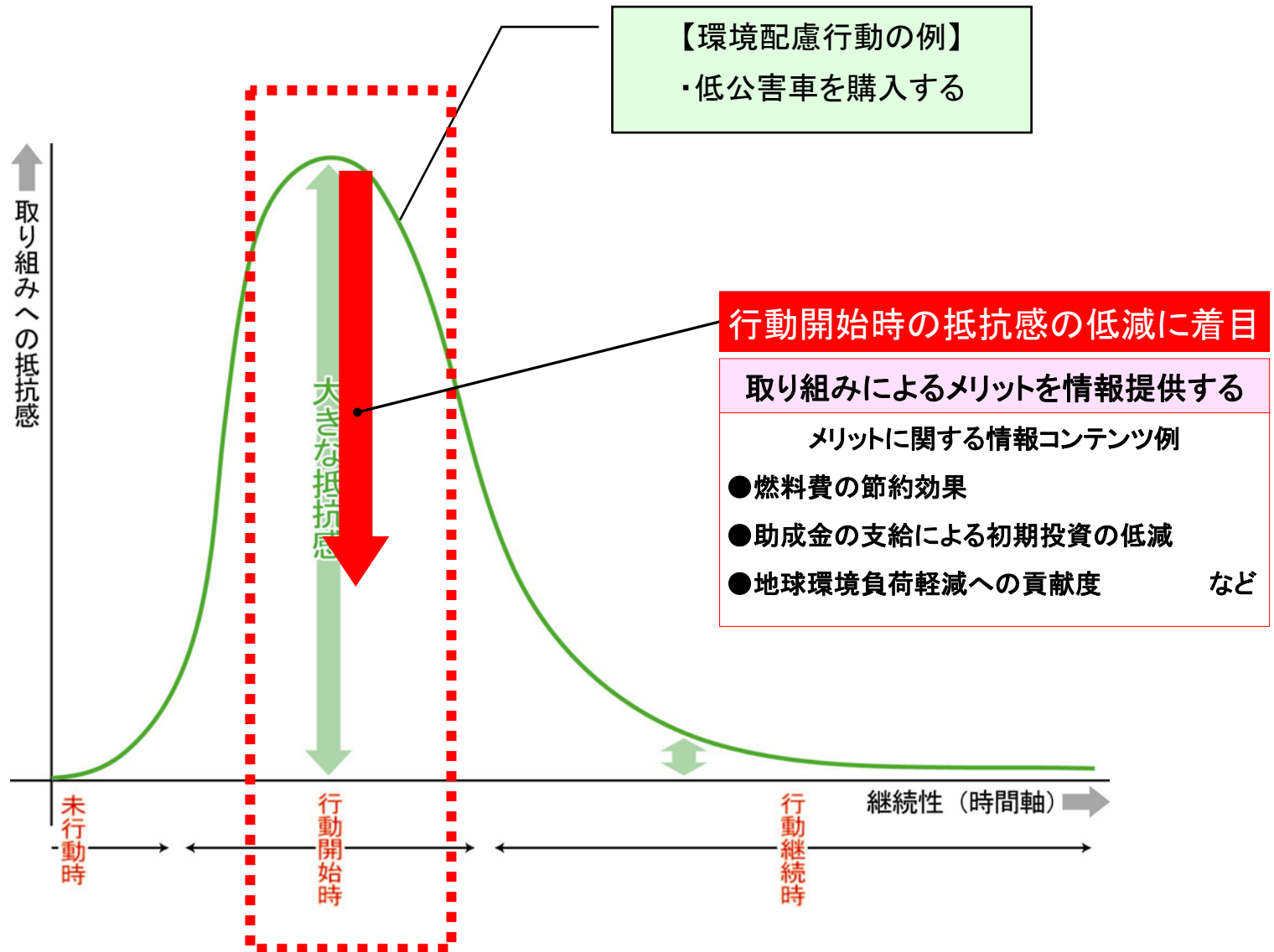
地球温暖化対策の協力要請の概念

- 人文系・社会科学系の学識者や市民活動のリーダー等からなる研究会により検討
- 地球温暖化対策に関する取り組み(＝環境配慮行動)の「開始」・「継続」には、それぞれに抵抗感が存在する。
- このため、「取り組みへの抵抗感」を効果的に低減する協力要請を検討することが必要である。

【環境配慮行動に対する抵抗感】



行動開始時の大きな抵抗感を低減する協力要請手法

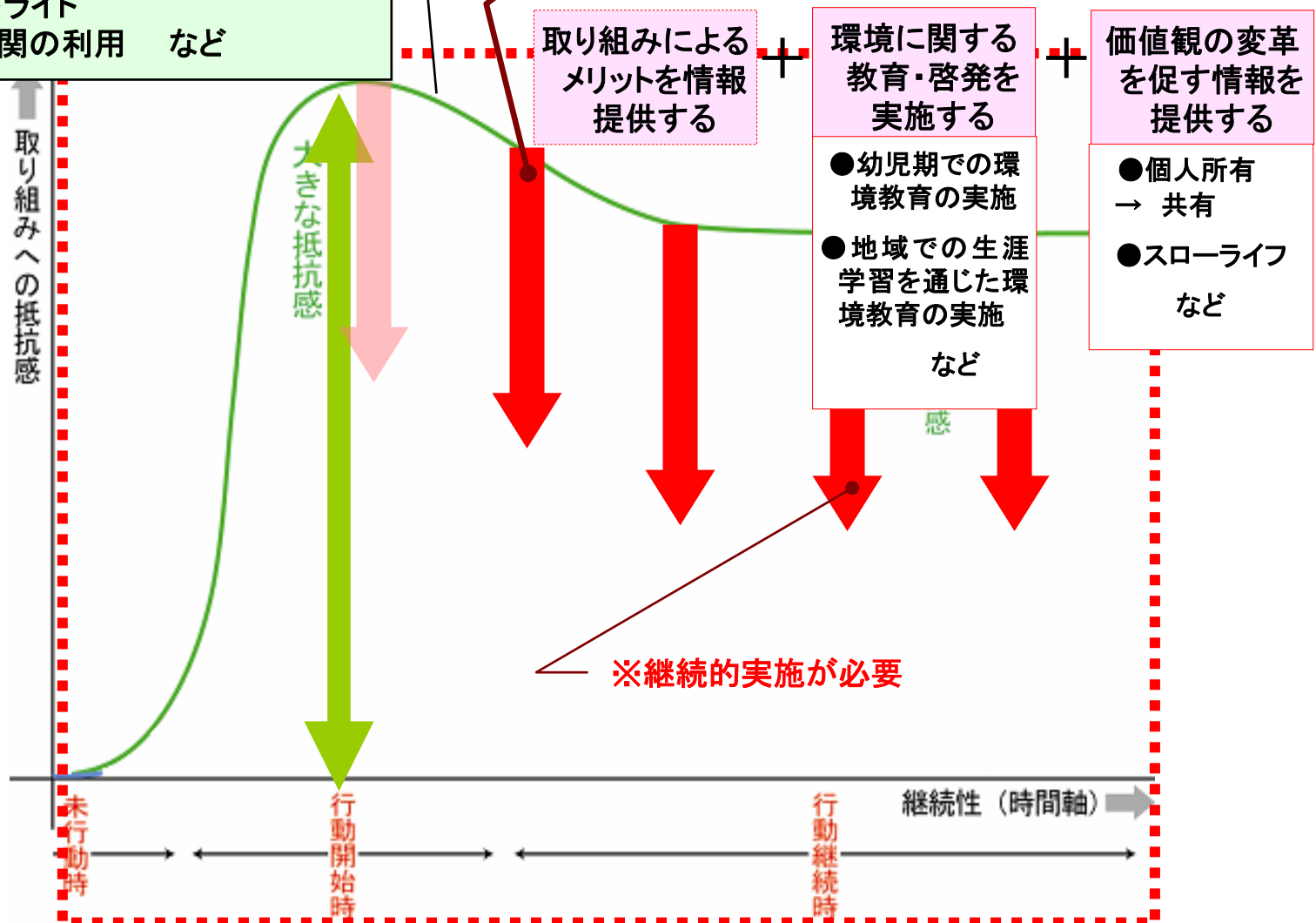


行動開始時～継続時の抵抗感を低減する協力要請手法

【環境配慮行動の例】

- ・自家用車を手放しカーシェアリングする
- ・パークアンドライド
- ・公共交通機関の利用 など

行動開始時～継続時の抵抗感を低減に着目



研究の成果

1. 地球環境の衛星モニタリング技術に関する研究

- ・ 地球観測衛星を活用した都市緑地の把握とCO₂固定量算出手法の開発
- ・ 地球観測衛星データを活用した災害リスクへの影響解析手法の開発

2. 地球温暖化に対応した災害リスク評価及び軽減対策に関する研究

- ・ 温暖化に伴う降雨変動のシナリオを策定し、土砂災害、洪水・渇水リスクの評価方法の提案及び災害リスクの軽減対策の提案

3. 環境負荷低減・自然共生型の建築・都市整備技術に関する研究

- ・ 資源・エネルギーの自立循環型建築・都市システム技術の開発
- ・ 低環境負荷・資源循環型木質建築技術の開発

4. 交通部門における二酸化炭素排出量削減施策の効果に関する研究

- ・ 交通起源のCO₂排出量予測モデルの構築
- ・ 二酸化炭素低減施策の社会的受容性向上方策に関する研究

研究成果の活用状況

○地球温室効果ガスの削減

- 気候変動枠組条約の条約インベントリに対応した開発地内の緑地面積と吸収量報告に活用
- 「木質複合建築計画マニュアル」(国総研ほか監修)を発行
5階建て木質ハイブリッド構造(1階が鉄筋コンクリート造、2～5階は木造)が建設着手
- 「地球温暖化防止のための道路政策会議」における検討に活用

○地球温暖化による災害の軽減

- 温暖化による降雨特性の変化を踏まえた治水・利水・砂防計画の見直し等に反映
- 地域防災・避難計画の策定に活用

終 わ り