

I-12 都市総合開発プロジェクトにおける  
大規模整地工事計画情報作成に関するシステム論的研究

—マルチプロジェクトプランニングの観点からのシステム分析を中心として—

Study on Multi-projecting Method for Targeting Low-cost Construction Project Through Cooperation of Land  
Development Project Management

春名 攻\*  
Mamoru HARUNA

滑川 達\*\*  
Susumu NAMERIKAWA

玉井 大吾\*\*\*  
Daigo TAMAI

○川上 俊幸\*\*\*\*  
Toshiyuki KAWAKAMI

【抄録】我が国の経済情勢は思わしくなく、経済不況脱出のための合理的・綿密な総合的施策の策定方法の開発が必要とされている。そこで本研究においては、マルチプロジェクトプランニングの観点より、計画的検討プロセスの上流部において、下流部である建設段階の問題に検討を加えることによって、十分な実行可能性を確保すると同時に建設段階でのコスト低減化のための方策を、先取りの取り入れた事業実施計画策定のための方法論の構想化を行い、そこでの効果的シミュレーションツールの開発を目指すと同時に建設段階のマルチプロジェクト計画化の有効性の検討を行っている。

【Abstract】 In this study multi-projecting method is studied from the planning and managerial viewpoint as follows : A cooperating planning problem between multiple land development project through cooperation is supply and demand relation considering balance of soil among multiple projects is studied and the cooperation concept is formulated as multi-projecting concept between multi-projects from the view point of construction project management for multiple land development of integrated urban development.

After formulating multi-projecting concept, it is examined that the effect of introduction of multi-projecting planning method through experimental computer simulation of multi-projecting planning in case study at Maihara urban development.

【キーワード】 調査計画支援システム システム分析 シミュレーション

【Keywords】 Investigation Planning Support System Systems Analysis Simulation

1. はじめに

従来の我が国の開発事業や公共施設の整備は、それぞれ独立した事業や施設建設として行われることが多かった。しかし、これら事業・建設の結果として開発される地区や施設を総合的に関係づけたり、利用計画を準備して人々や企業の多様なニーズに応

えなければ、その開発効果や整備効果は小さなものに終わってしまうことも明らかになってきている。その意味で各都市・各地域で総合発展計画が作成され、総合効果（ある意味では相乗効果）を追求するようになってきている。しかし、現実の事業化段階での財源の問題や計画化の調整の遅れのため、事業が同時に行われることが少なく、せっかくの総計画

\* 立命館大学 理工学部 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

\*\* 立命館大学大学院 総合理工学専攻 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

\*\*\* 株式会社 長大 道路計画部 (〒550-0013 大阪市西区新町 2-20-6)

\*\*\*\* 立命館大学大学院 環境社会学専攻 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

も大きな効果をあげられないでいる状況である。<sup>1)</sup>

そこで、以上のような認識のもと、これまで総合的都市・地域開発事業における一連の事業を取り上げ、それらの複合事業化(マルチプロジェクト化)の検討を企画・構想段階より総合的に取り扱い、プロジェクト群トータルとしての効果を狙うマルチプロジェクトマネジメントの方法についての研究を行うこととした。

本研究では、上流部の計画的検討段階である事業化のレベルで下流部の建設レベルを先取りに検討を行うことのできるシミュレーションツールとしてシステム開発の研究を行っている。これにより、実行可能性の高い事業計画が立案できると同時に、マルチプロジェクトプランニングの観点のもと、費用低減効果の高い方策も取り込むことができると考えた。そこで、本研究においてはマルチプロジェクト計画における先取りの検討での効果的な建設方法(工事計画情報作成)に関してシステム分析を行うこととする。

## 2. 都市・地域計画における計画的検討プロセスに関する考察

本研究では、これまで一貫して総合的都市・地域計画における計画化や公共的な都市開発・基盤整備事業のプロセスを図-1のように捉えてきている。この図に示されているように、都市・地域計画は、時代の動向や社会潮流を背景とした社会ニーズや社会的要請、さらには都市・地域での問題解決の要請、等々の具体的事項の調査とそれらの分析にもとづいた各種まちづくりの企画をスタート点としている。その後の都市・地域計画の検討や策定、さらには各種事業のマネジメントは、図中右側に示す検討の機能レベルに対応して段階的なプロセスとして進められることとなる。なお、都市・地域計画に描かれた都市の将来像(目標像)および、地区ごとあるいは施設ごとの整備目標の実現化は、全体事業の構想化の検討に始まり、この構想のもとで個別の開発・建設プロジェクトの計画と実施計画・管理を行うものと考えている。

以上のような認識のもと、本研究では、このような各検討段階での可能性・実現性を合理的に追求する方法論の開発をめざしており、そこで有効と判断し採用している考え方が、検討レベル下流部の実現化過程における課題の先取りの検討と、その先取り情報の上流部での計画的検討への利用方法とそのシステムの構築である。すなわち、図-1に示した計画的検討プロセスの下流部である各種個別プロジェ

クトの事業化や建設段階での計画問題を、上流部である都市整備計画等の計画化の段階から先取りに分析し、これら複数のプロジェクトを総合的に関係づけていくことを考えた。そして、このような先取りの分析・検討とその計画情報化を通して、効果的で実効性のある都市・地域計画追求をねらうという総合研究目標を設定したことが、本研究の出発点であるといえる。

## 3. 都市施設・基盤整備計画問題を対象とした総合的システムアプローチの構想化

前述したように、本研究におけるアプローチの基本姿勢は、都市・地域計画における明確な計画化・事業計画・実施過程の認識と、下流部の実現化過程における課題の先取りの検討およびその情報の上流部での計画的検討への利用方法とそのシステムの構築にある。このため、本研究では、特に都市施設・基盤整備計画の問題を取り上げるとともに、図-1に示した都市・地域計画の計画的検討プロセスの流れに従いながら、都市施設・基盤整備計画の実現化のために構想された複数プロジェクト全体及びその構成要素となる各種個別プロジェクトそれぞれの事業化、建設段階での計画課題やプロジェクト間の関係に関する先取りの分析・検討機能を中核に据えた図-2のような総合的なシステムアプローチの方法論を構想化した。そして、本研究はこのようなシステムアプローチのもとに各種のシステムモデルの開発を目指した基礎的研究の一つとして位置づけられるものである。

## 4. マルチ建設プロジェクト計画検討のための概念的シミュレーション実験

### (1) マルチプロジェクト計画における共同・協調化検討対象項目に関する考察

本研究では、図-2に示したマルチ建設プロジェクトプランニング&スケジューリングモデルの開発研究を念頭に基礎分析を行うこととする。

このような基礎分析を行うにあたっての認識として、近年の社会・経済的な変化に伴い、都市基盤づくりに貢献してきた土木事業を取り巻く環境も大きく変化してきたことがある。また、建設プロジェクトに対する国民の要求として、より低廉で高品質なものが望まれている。

このような状況の中で、建設会社各社は独自に生産性の向上やコストダウンといった課題に取り組んできた。しかし、現行の建設プロジェクトにおける

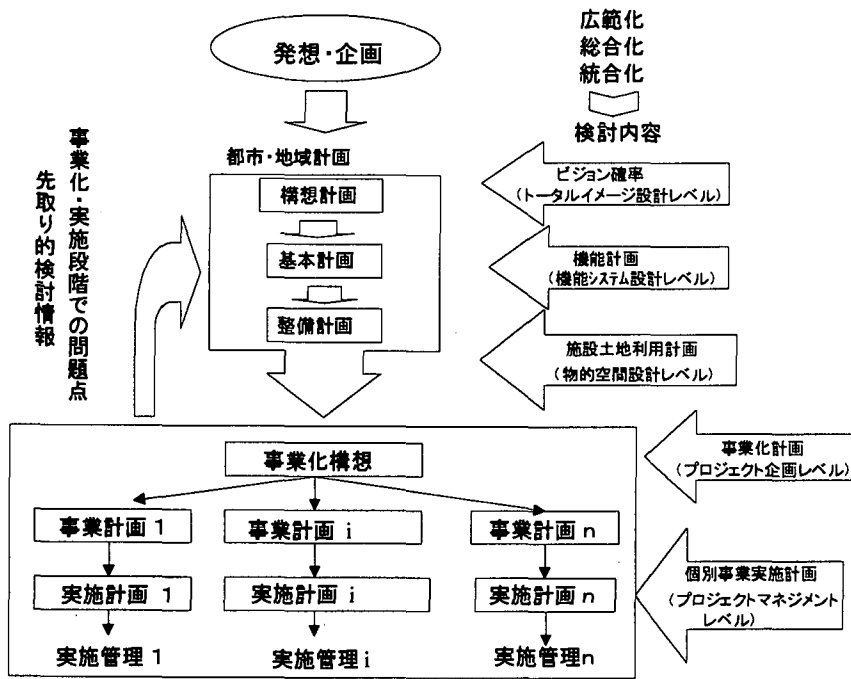


図-1. マルチプロジェクトの先取りの検討

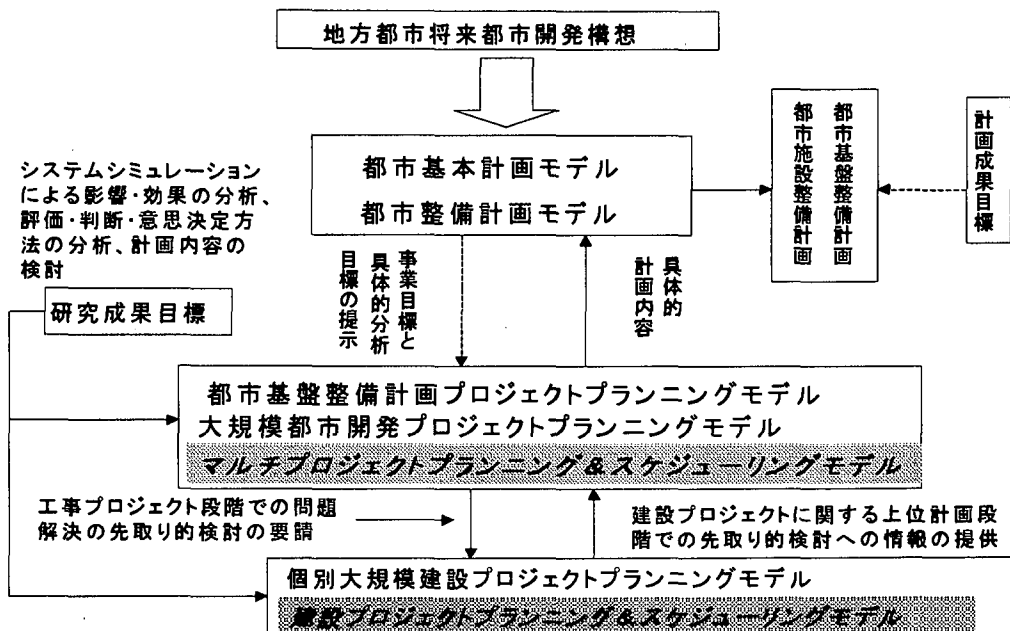


図-2. 都市総合整備へのシステムアプローチ

個別での工事実施という枠組みの中では限界があるものと考えた。そこで、本研究では、総合的都市・地域開発事業における一連の事業を取り上げ、プロジェクト群トータルとしての効果を狙うマルチ建設プロジェクトマネジメントの方法についての研究を行った。

実際に、マルチ建設プロジェクトマネジメントとしての共同化・協調化を行う際の検討項目は非常に多岐にわたる。本研究では、このような研究の第一ステップとして考えられる建設プロジェクトの成否の鍵を握る建設事業費の低減の問題に着目し、この事業費の大半を占める建設工事費縮減の方策に焦点

を当てて研究を進めることとした。

さて、建設プロジェクトの工事施工段階における共同化・協調化の対象は、「人」「施工機械」「建設土」「建設情報」等々が考えられる。本研究では、地方部における大規模都市・地域開発を事例として取り上げることとしたため、特に問題の大きい「建設土」の処理問題に焦点を当てることとした。すなわち、各工事現場での盛土調達・残土処分に要する費用が総工事費用の中で大きな部分を占めるにもかかわらず、これまで各プロジェクトごとに実施されてきた土量バランス調整を、プロジェクト全体で行うシステムの開発研究を行った。これにより、事業費の大半を占める工事費が低減すれば、より効率的な事業計画の立案にもつながると考えた。<sup>2)</sup>そして、システム開発にあたっては、プロジェクトスケジュール変更等をシミュレーションモデル的に取り扱い、プロジェクト個別の工事費用の算定までが可能なものとした。

なお、本研究が既存の建設残土処分問題あるいは、開発プロジェクト間の建設土協調問題と異なる点は、本研究では都市・地域計画の基本計画段階を対象に、マルチプロジェクト計画という観点から切盛土のプロジェクト間運用問題にアプローチしているため、後述するように検討対象プロジェクトの計画内容(スケジュール、地形形状、土量調整プロジェクトの設置)等の変更を考慮した形での検討を行っていることである。

### (2) マルチプロジェクト計画シミュレーションシステム構築の基本方針

本研究が対象とする建設土の工事間運用を中心としたマルチプロジェクト計画は、対象とする計画内容の特性として、各土地開発事業の計画地形や工事計画等を一義的に決定することができないといった特性がある。また、各土地開発事業の企画・構想をベースとして具体的内容を想定するために、検討精度はかなりラフなものになると言える。一方、本研究の検討対象レベルとしては、多様なマルチプロジェクト計画を見据えながら、的確にマルチプロジェクト計画の立案方針を捉えていく必要があると言える。そこで、シミュレ

ーションモデルを中心とした計画システムによるアプローチが適切であると判断した。すなわち本研究では、建設土のプロジェクト間運用に関するシミュレーション実験システムの開発研究を行った。(図-3参照)

このマルチプロジェクトプランニングの先取りの検討としてこのシミュレーションの特徴は、「土量調整プロジェクト」導入の検討を行っているところにある。

シミュレーションにおいて、各プロジェクト内で土量バランスのとれていないプロジェクトを抽出し、抽出プロジェクト全体での土量バランスをチェックする。ここで土量バランスがとれていない場合に、全体としての土量を調整するプロジェクトとして土量調整プロジェクトを導入することとした。この土量調整プロジェクトは、計画化の段階において二次的に検討されているプロジェクトを対象とし、導入時期・規模には自由度があり、導入される際には、都市マスタープランに新たに計画を構想できるものとしている。

### (3) シミュレーションシステムの概要

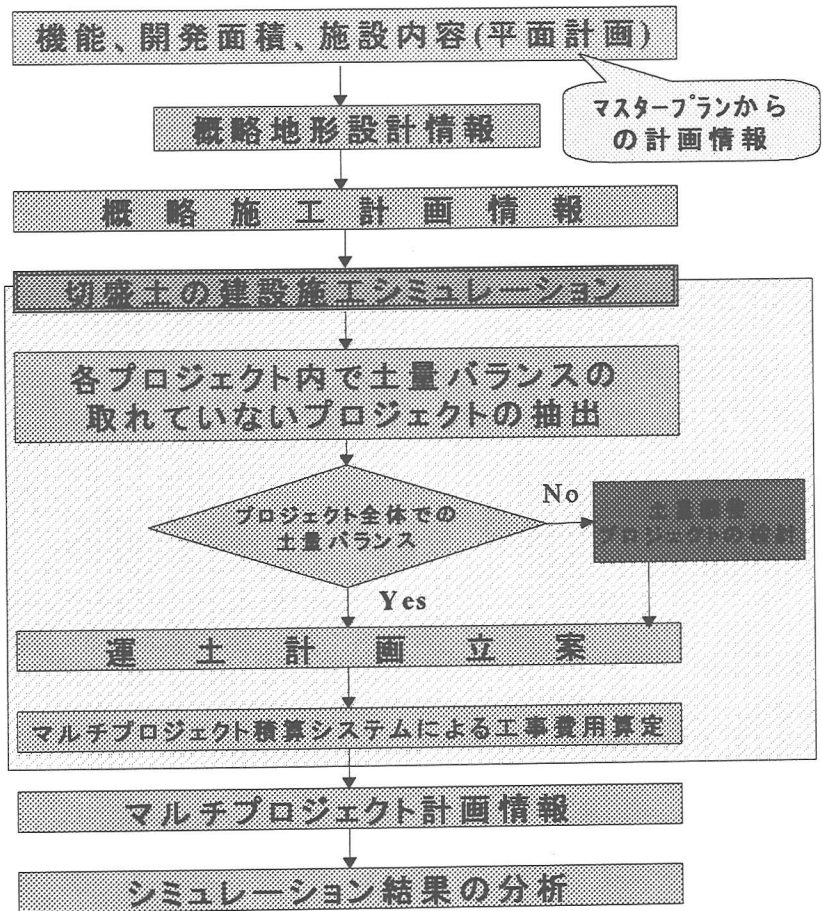


図-3. シミュレーションシステムの構成

本研究では、シミュレーション実験を図-3に示すようなプロセスで行うこととした。

まず、シミュレーション実験における前提を以下に整理する。

- a) 各開発プロジェクトの事業主体によるマルチプロジェクト計画に対する協力体制はとれているものとする
- b) プロジェクト間を運搬する土量が多いときは、可能な限り専用運搬ルートを設定することとする。設定が困難な場合は、通過する地域内の道路への影響を十分考慮することとする。
- c) マルチプロジェクト計画が対象とする地域内の切土量と盛土量のバランスを調整する「土量調整プロジェクト」を検討することができ、新規の土地開発として都市マスタープランに計画を構想できるものとする。
- d) 土の仮置き場を設置した方が土の受け渡しやスケジューリング調整が実施しやすいという点を考慮して、可能な限りストックヤードを設置する。

上記の前提のもと、まず都市マスタープランで構想されている土地開発事業を対象として、都市マスタープランで構想されている内容をもとに、各土地開発事業の実施スケジュールや計画内容の設定を行う。特に開発計画内容については、既存の土地開発事業を参考に、標準的な取り扱いによる計画内容の設定を行う。

概略地形設計段階においては、仕事を最小にする地形設計をそのプロジェクトの計画地形として取り扱うという前提のもと、本研究グループで開発した地形設計CADシステムにより計画地形設計を行う。

次に、概略施工計画立案における前提として、工法・工期・使用施工機械・施工単価等はあくまでも標準的な工事にもとづく工事内容にそって設定することとする。

以上の流れをうけて切盛土のプロジェクト間運用シミュレーション実験を行う。シミュレーション実験での代替案設定内容を、図-4に示す。

#### (4) マルチプロジェクト工事費積算システムの概要

本研究では、シミュレーション結果の出力システムとして、マルチプロジェクト工事費積算システムの開発を行った(図-5)。このマルチプロジェクト工事費積算システムは、建設土をプロジェクト間で運用するというマルチプロジェクト独特の特性を考慮して、施工スケジュール調整を行った場合の影響等が顕著に現れるような積算体系をとっている。

計画内容(計画地形代替案、概略施工スケジュール)の精度及び実行可能性に関する保証について今回は、大手ゼネコンの設計部門によるチェックを受けることで実行可能性が確保されていると判断した。<sup>9)</sup>

#### (5) 月当たりストックヤード土量変化算定システムの概要

シミュレーション実験では、ストックヤードを設定し、土の受け渡しを行うこととした。この場合に、ストックヤードの土量変化を月当たりで捉えることのできるシステムの開発を行った。これを支援情報とし、プロジェクト間で建設土の運用が複数パターン想定される場合は、ストックヤードの土量変化が小さいものを優先的に採用して行けばよいと考える。また、プロジェクトプランニングの段階で、スケジューリングを行う際にも、有効な支援情報となると考える。

#### (6) 月当たり大型車通行量算定システムの概要

建設土のやりとりを行うマルチプロジェクト計画実施により、同一地域内を同時期に大量の大型車両が通行することが予想される。そこで、開発した月当たり大型車通行量算定システムにより、地域を通行する大型車両の通行量を把握することで、地域への負荷が少ない代替案を設定することができると同時に、プロジェクトプランニングにおけるスケジューリングの段階でも有効な支援情報となると考える。

#### (7) 土運搬費用分担割合別費用算定システムの概要

マルチプロジェクト計画において、工事費用の算定にあたっては、プロジェクト間で建設土の運用に関わる土運搬費用の分担割合が問題となると考えられる。そこで、盛土調達、残土処分に関わる費用の相違もあるため、パラメトリックに費用負担割合を検討し、妥当なラインの分析が可能となる土運搬費用分担割合別費用算定システムの開発を行った。

### 5. マルチプロジェクト化と 工事情報化に関する実証的研究

本研究では、滋賀県米原町の都市計画マスタープランで構想されている23の土地開発事業のうち、プロジェクト内で土量バランスのとれていない15の土地開発事業を対象として、開発した「建設土の共有・協調化問題を中心としたマルチプロジェクト計画シミュレーションシステム」の適用による実証

的検討を行った(図-6)。ここでは、各土地開発事業の実施スケジュールの変更、建設土の運用に伴うストックヤードの設置効果・大型運搬車通行による影響・費用負担方法・土量調整プロジェクト設置等に関してシミュレーション実験を行い、考察を行っている。考察や検討結果については、表-1及び図-7～図-12にその一例を示す。

この結果、土量調整プロジェクト設置によるマルチプロジェクト計画立案による効果が示されたといえる。一方で、各個別プロジェクト単位で費用低減効果を調べていくと、効果が低かったり、むしろ費用負担が増えてしまう面も発生していた(図-8参照)。マルチプロジェクト計画を実際に試行することを考慮すると、事業主体が異なる各土地開発事業

がマルチプロジェクト計画に積極的に参画していくためには、ある程度費用低減効果が保証されていなければならないと推測される。そこで、この実験の代替案1において、費用低減効果の高かったプロジェクト7つを対象として、再度シミュレーション実験を行った。再シミュレーションの結果は、運土計画を複数回立案して行ったものである。ここでの変化項目は、運土時期、運土対象プロジェクトである。

その結果、初期の段階では費用低減効果の高かったプロジェクトにおいても、再度マルチプロジェクト計画の立案後は非常に費用低減効果にばらつきがみられた。これにより、スケジューリング如何でそれぞれのプロジェクトの費用低減効果に影響が顕著に現れるため様々な支援情報(ストックヤード土

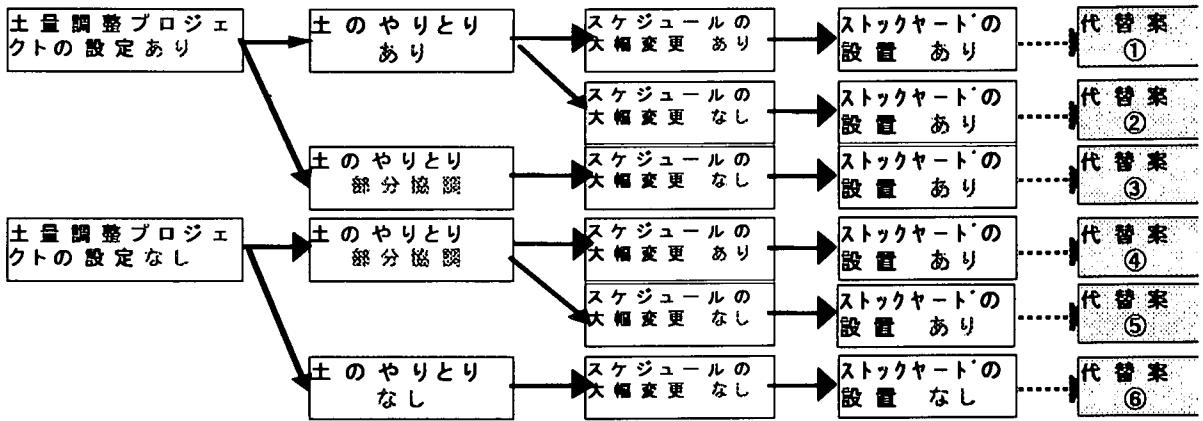


図-4. マルチプロジェクト計画のためのシミュレーション実験代替案

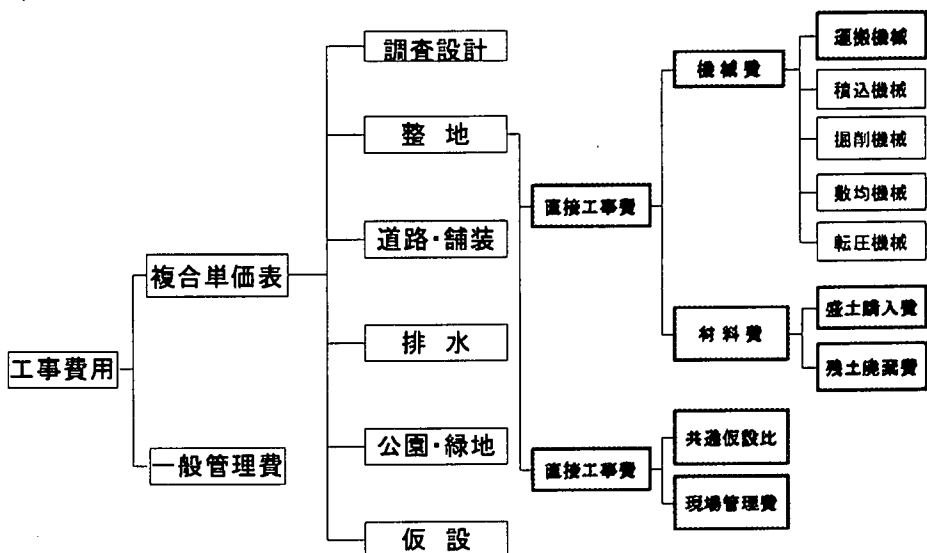


図-5. マルチプロジェクト計画の積算体系

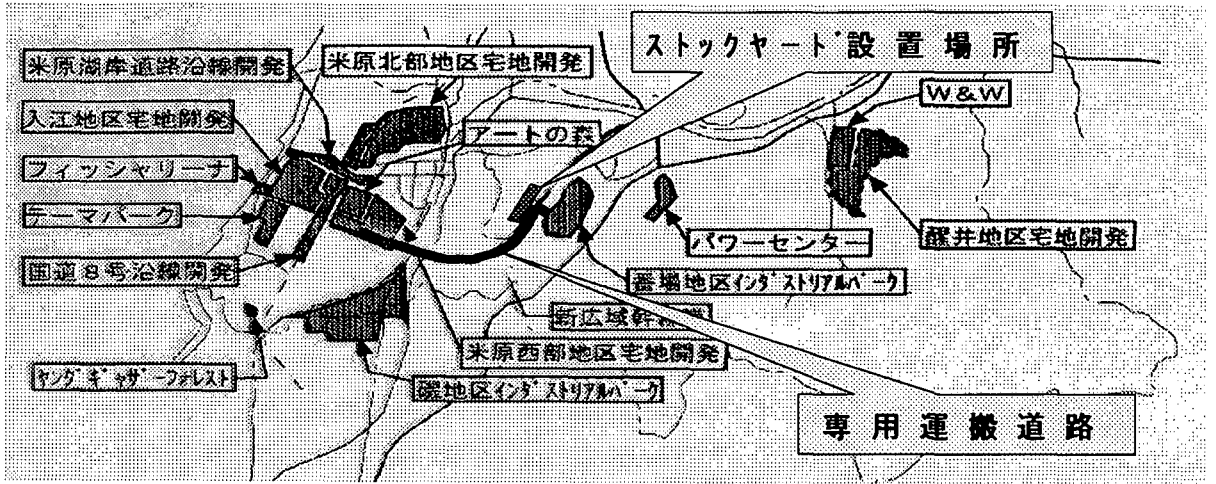


図 - 6. シミュレーション実験で対象とする米原町のプロジェクト群

表 - 1. 土運搬費用分担割合別費用算定システムの出力例

項目ID	費用分担方法の検討				項目ID	0				項目ID	180	
	費用分担方法	分担率	費用	分担率		費用	分担率	費用	分担率		費用	分担率
1	6	3	11800	1	3	23438	13	3	17			
2	6	3	86500	4	24	23238	8	22	24			
3	6	2	614000	31	55	24560	5	37	58			
4	6	2	111500	46	49	153680	8	46	49			
5	6	1	616000	48	60	41250	77	6	48	75		
6	6	1	1232000	61	86	13818	38	5	60	96		
7	6	1	343000	87	93	87714	28	10	87	109		
8	6	1	2055000	94	136	14279	87	4	94	143		
9	6	1	391000	137	144	26754	9	137	153			
10	6	2	152000	145	150	30333	33	9	153	159		
11	6	2	236000	151	159	38222	22	11	151	168		
12	6	2	25000	159	159	615088	14	159	159	165		
13	6	2	21000	160	167	26760	12	160	170			
14	6	2	17000	167	167	614088	15	170	172			

月あたり運搬総トン数	78	月あたり輸送距離	#REF!	運搬機材単価	#REF!			
1	25278	79	4539291	4539291	11687000	10392901	10392901	0
1	36026	12	4223135	4223135	19116000	13899148	13899148	800
1	19659	1210478	1210478	6272000	4492307	4492307	0	
1	352182	0	0	16200000	822609	822609	22500	
1	17084	9	2709559	2709559	3930000	10725502	10725502	16500
1	17209	6	1439466	1363151	11882000	7360913	7360913	24500
1	7675	3	3508631	3508631	16992000	17043007	17043007	40500
1	16877	3	706112	706112	7434008	4531551	4531551	33500
1	118874	3	2670171	2670171	8558000	7598508	7598508	42500

量変化、各プロジェクトごとの単位時間あたり搬出・搬入可能土量等)をもとに、スケジューリングを行う必要があると考える。

6. 今後の研究展開の方向

本研究では、工事費用低減化・建設土有効利用を中心とした効果的な開発計画の立案をめざし、マルチプロジェクト計画の立案にむけたシミュレーションシステムの開発を行った。本研究の適用により、効果的な開発計画の立案に対して建設士の面からアプローチすることができたものとする。

本研究でマルチプロジェクト計画の考えにもとづき、建設段階の先取りの検討を行った結果、その高い工事費用低減効果が確認された。そこで、今後の課題としては、この建設士のプロジェクト間運用シミュレーションの考えを取り入れたかたちで、図-2にも示したシステムアプローチにおけるシステムモデルとしてのマルチ建設プロジェクトプランニング&スケジューリングモデルの開発を目指していくこととする。

また、一体化検討対象項目を増やすとともに、各項目を総合的に捉えた形でのマルチプロジェクト計画の検討及び最適マルチプロジェクト計画立案の

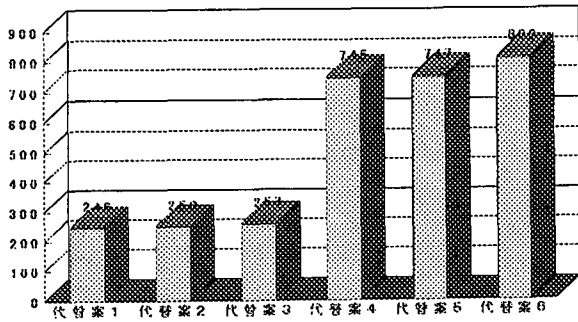


図-7. プロジェクトごとのトータル費用

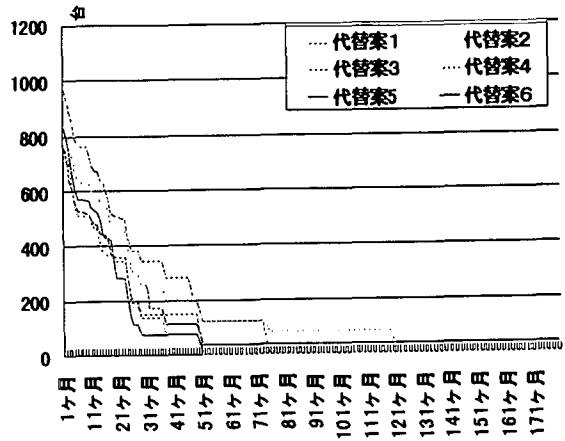


図-11. 月当たり大型車両通行量

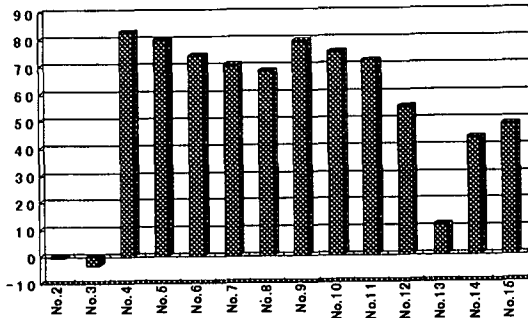


図-8. 代替案1におけるプロジェクトごとの費用低減率

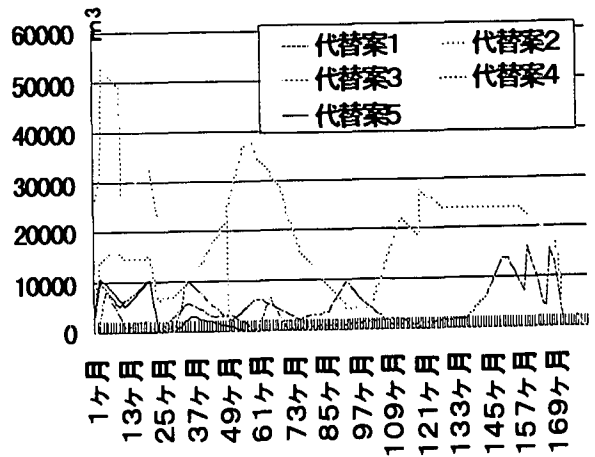


図-12. スtockヤードの月当たり土量変化

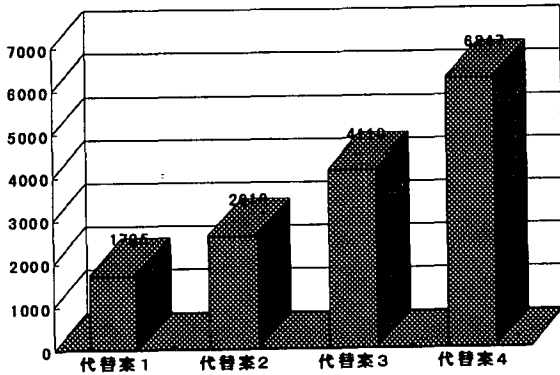


図-9. プロジェクト選定後のトータル費用

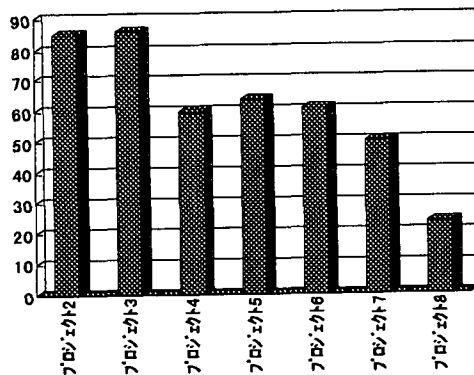


図-10. 代替案1におけるプロジェクトごとの費用低減率(選定後)

ためのアルゴリズム構築が必要であると考え。  
また、マルチプロジェクト計画を実施に行う際の実務上の合意形成の取り方等に検討の余地がある  
と考える。

【参考文献】

- 1) 春名 攻; 都市地域開発の効果的実現化を目指した地域マネジメントセンター構想に関する考察, 土木学会関西支部年次学術講演会, 1996.
- 2) 春名攻, 玉井大吾, 川上俊幸; 効果的な土地開発計画をめざしたマルチプロジェクト計画に関するシステム論的研究, 土木学会関西支部年次学術講演会概要集, 1998.
- 3) 建設機械経費積算研究会; 平成9年度版建設機械経費の経質, 財団法人経済調査会, 1997.