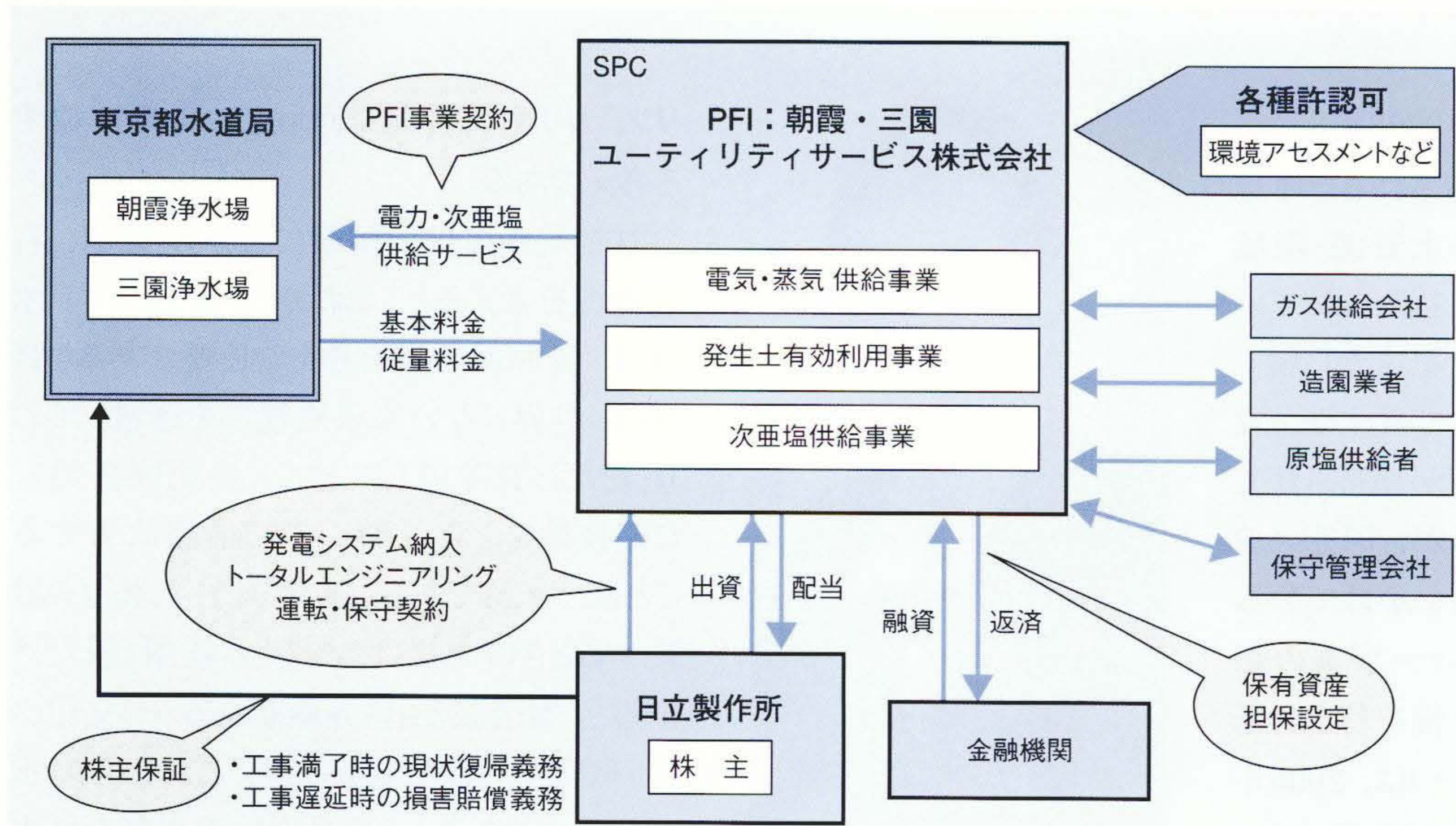


PFI手法を導入した上下水道事業

PFI and Public/Private Partnerships in Water Supply and Sewage Businesses

中村 弘 Hiroshi Nakamura 森知 隆 Ryû Morichi
伊藤 永一 Eiichi Itô 大澤 陽 Yô Ôsawa



東京都水道局、日立製作所、および SPC の三者による PFI 事業の仕組み

PFI事業契約にかかわる東京都水道局、日立製作所、およびSPCの事業スキームを示す。

注:略語説明

SPC (Special-Purpose Company; 本事業を行うために設立される会社)

PFI (Private Finance Initiative)
次亜塩 (次亜塩素酸ナトリウム)

100年を超える歴史を持つわが国の上下水道事業はすでに高普及率を達成し、これからは維持管理・運営の時代と言われている。今後、この事業では、ニーズの多様さや水質管理の高度化など、水環境という広域的視野が求められてくる。しかし、財政上の課題を抱えた今、公共サービスにおける行政と民間の役割分担がいかにあるべきかが討議され、公営事業の民営化も活発に論議されている。そのような情勢下で、PFI手法が有効な手段として注目されている。

今回、東京都水道局が発足させた朝霞浄水場・三園浄水場でのPFI事業は、電力・蒸気供給とともに、次亜塩素酸ナトリウム供給と発生土の処理という、浄水過程の重要な業務を担う。日立製作所は、この事業に参画し、これまで培ってきた技術とノウハウを生かしたさまざまな提案を含むビジネス構築を行うことで、「ベスト・ソリューション・パートナー」として公共サービスの質の向上に寄与していく。

1 はじめに

1999年9月に「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律」、いわゆるPFI(Private Finance Initiative)法が施行されて以来、多数の自治体がこの法律にのっとり公共プロジェクトを推進している。PFI法は、イギリスのサッチャー政権時代の1992年に、「小さな政府」の理念の下に行政運営の改善手法として導入されたもので、上下水道事業など公共サービスの民営化に効果を発揮した。

世界の上下水道事業を見ると、フランスのビベンディ社やオランダのオランダ水道会社など、民間の水道会社が上下水道サービスを提供

している地域が、確実に増加してきている。一方、わが国では、もっぱら国や地方自治体が建設から運営までを担ってきた。その結果、上水道が96%、下水道が62%の普及率をそれぞれ達成した。これにより、「社会インフラストラクチャーの整備」の見通しがつき、「維持管理の時代」を迎えたと言える。しかし、公共サービスの内容と質を維持するためには、地方自治体の財政上の問題が喫緊の解決課題となる。

サービスの役割分担を明確にすることによって質の向上や運営の効率化を図るPFI手法は、上下水道事業が抱える課題のソリューションとして有効である。

ここでは、わが国の上下水道事業の動向と、PFI法に基づいた特定事業の事例として、水道事業では初めてPFI手法

を導入した東京都水道局の「朝霞浄水場・三園浄水場常用発電設備等整備事業」について述べる。

2 上下水道事業を取り巻く環境

3,000を超える全国の市町村の中で、水道法で規定される水道事業体は約1万5,000を数え、約2,300の地方自治体が下水道事業を実施している。また、水道事業の86%は簡易水道などであり、中・小規模の事業体で運営されている。

このような状況の下で、安定給水、水質管理の高度化、料金格差の是正、ニーズの多様化などに対応するための、計画的な施設の更新が求められている。また、下水道についても、公共用水域の水質保全を命題に、施設の整備が進められている。しかし、財政上の課題があるほか、整備そのものを、水環境という循環型社会を目指した広域的視点でとらえることも求められている。

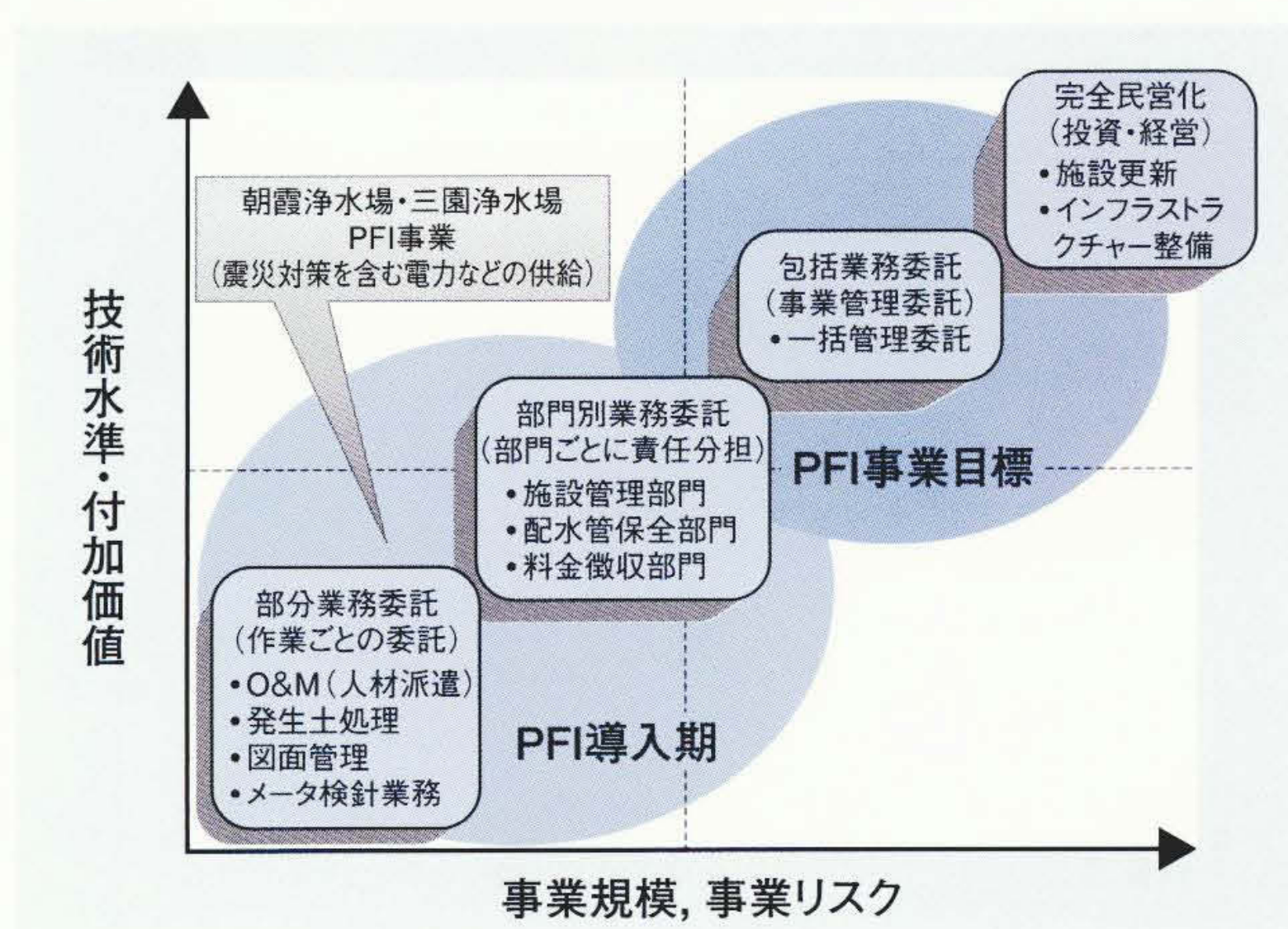
維持管理業務には、排水処理業務や運転・保守業務の部分業務委託などがあるが、法の規定もあり、包括業務委託には至っていない。

2001年に一部が改正された水道法では、「第三者委託の規定の整備」と「広域化の促進」が盛り込まれている。今後は、PFI法の施行により、上下水道事業の効率的運営が進むほか、公共サービス向上のソリューションとして、PFI手法が活用されるものと考えられる(図1参照)。

3 PFI事業の導入ステップ

3.1 公共事業者の取り組み

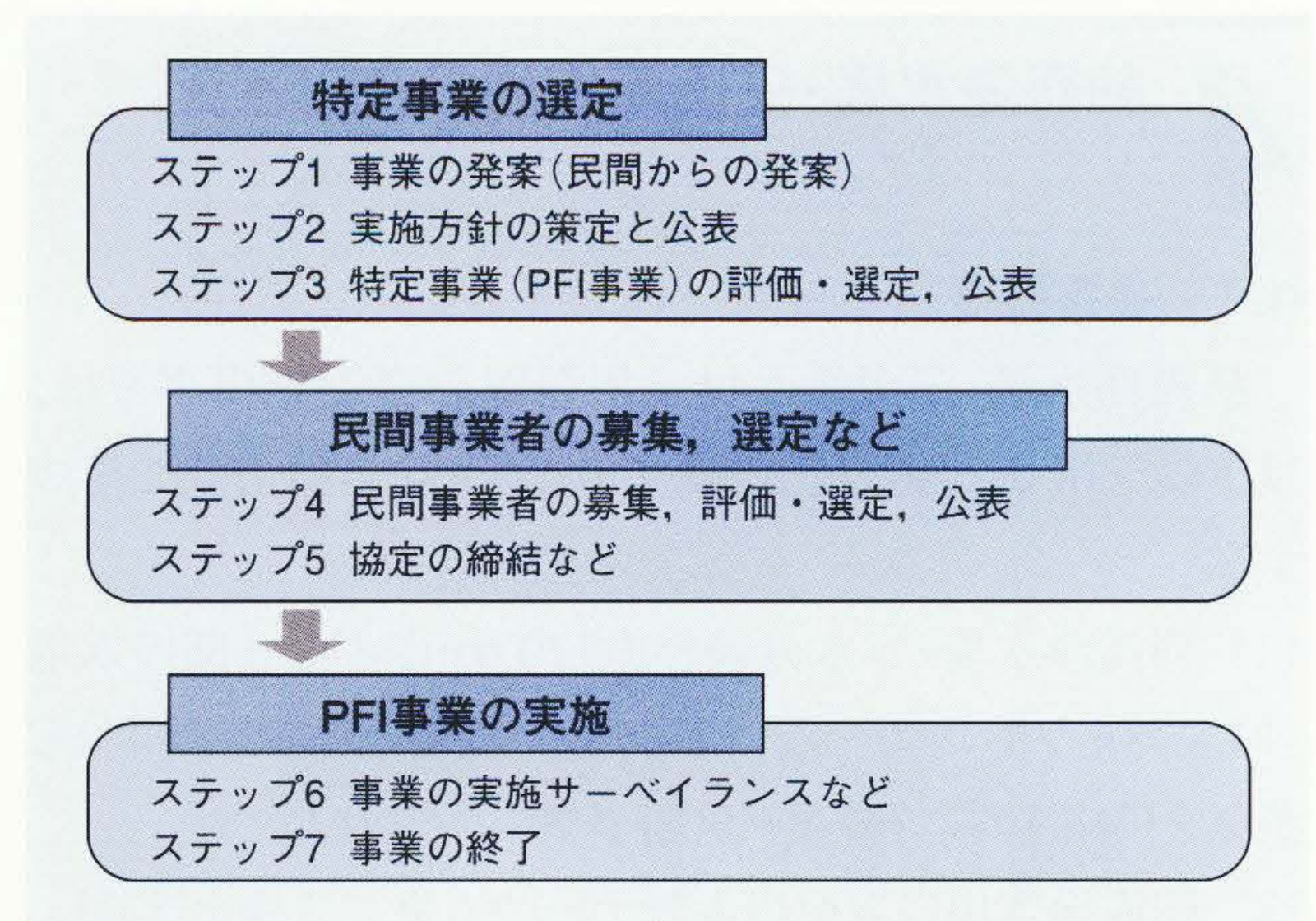
PFI事業の実施プロセスを図2に示す。



注:略語説明 O&M(Operation and Maintenance)

図1 PFI事業の位置づけ

業務委託から民営化までの流れを示す。



出典:内閣府民間資金等活用事業推進室(PFI推進室)「PFI事業実施プロセスに関するガイドライン」

図2 PFI事業の実施プロセス

PFI事業の実施プロセスを示す。事業は、15年から30年の長年に渡る。

PFIの利点を生かすためには、公共事業者が最小限の事業運営条件、性能、仕様などを提示するにとどめる必要がある。その結果、民間事業者が創意くふうし、ノウハウを有効に発揮することができる。

その反面、提案事業内容の評価や、民間事業者の選定が今までよりも複雑になる。そのため、公共事業者にとって、透明性と公平性を貫くための方策を練ることが重要となる。

東京都水道局のPFI事業では、特定事業の選定結果、公開募集要項、審査基準、審査結果などがタイミングよく公表された。また、質問への回答は事前登録した全社に配布され、透明性と公平性を確保するための対応策が講じられている。

3.2 民間事業者の対応

民間事業者は、まず、公表された公開募集要項、現場説明会、その他関係資料などの情報を入手する。応募前に必要な手続きがあれば、遅滞なく実行する。

次に、提案事業の概要から細部に至る内容を決定するために検討を行う。ここでは、公共事業者の事業目的に合った提案であること、提示された条件から逸脱しないこと、審査基準に照らして高い評価結果が得られる内容であることなどを考慮する。また、長期的に健全な事業運営が行われ、しかも経費削減が実現できることも重要である。このような提案を、期限までにまとめることが求められる。

3.3 契約締結

事業契約に際しては、価格、事業期間、事業内容など、通常の契約と同様の取り決めのほか、リスクの明確化と責任分担、事業中止の可否とその対処方法、事業運営上の問題点の解決方法など、長期間にわたる事業運営に対応して、内容を明確にすることが必要である。

4 朝霞浄水場・三園浄水場のPFI事業

4.1 事業概要

朝霞浄水場・三園浄水場常用発電設備等整備事業は、以下の三事業をBOO (Build, Own, Operate) 方式で構成する。

- (1) 朝霞浄水場(浄水処理能力170万m³/d)と三園浄水場(同30万m³/d)にコージェネレーション設備を建設し、電気と蒸気を供給するエネルギー供給事業
- (2) 朝霞浄水場に次亜塩素酸ナトリウム製造設備を建設し、供給する事業
- (3) 浄水場からの発生土を有効利用する事業

これらの設備では、震災に強い水道システムの構築を目指しているため、水平震度0.6、鉛直震度0.3に耐える強度が要求されている。また、環境負荷を低減させるために、高効率原動機、コンバインドサイクル発電、および都市ガス燃料の採用を計画している。

2001年10月の契約締結後、埼玉県条例に基づいて環境影響評価を行い、無償貸し付けの敷地に設備を建設し、2005年4月に運用を開始する予定である。

4.2 常用発電事業

この事業の公開募集要項には、震災対策としての位置づけから、非常時の電力供給量、備蓄燃料による24時間以上の電力供給、発電機の複数台設置などが規定されている。特に環境対策は重視され、高効率、CO₂削減、およびNO_x(窒素氧化物)削減を図ったシステムが求められている(表1参照)。

現在の原動機の発電効率を考慮すると、省エネルギーでCO₂削減が達成できる燃料として、都市ガスを主燃料に計画を進めるのが最良と考える。

朝霞浄水場と三園浄水場の発電設備について以下に述べる。

(1) 朝霞浄水場

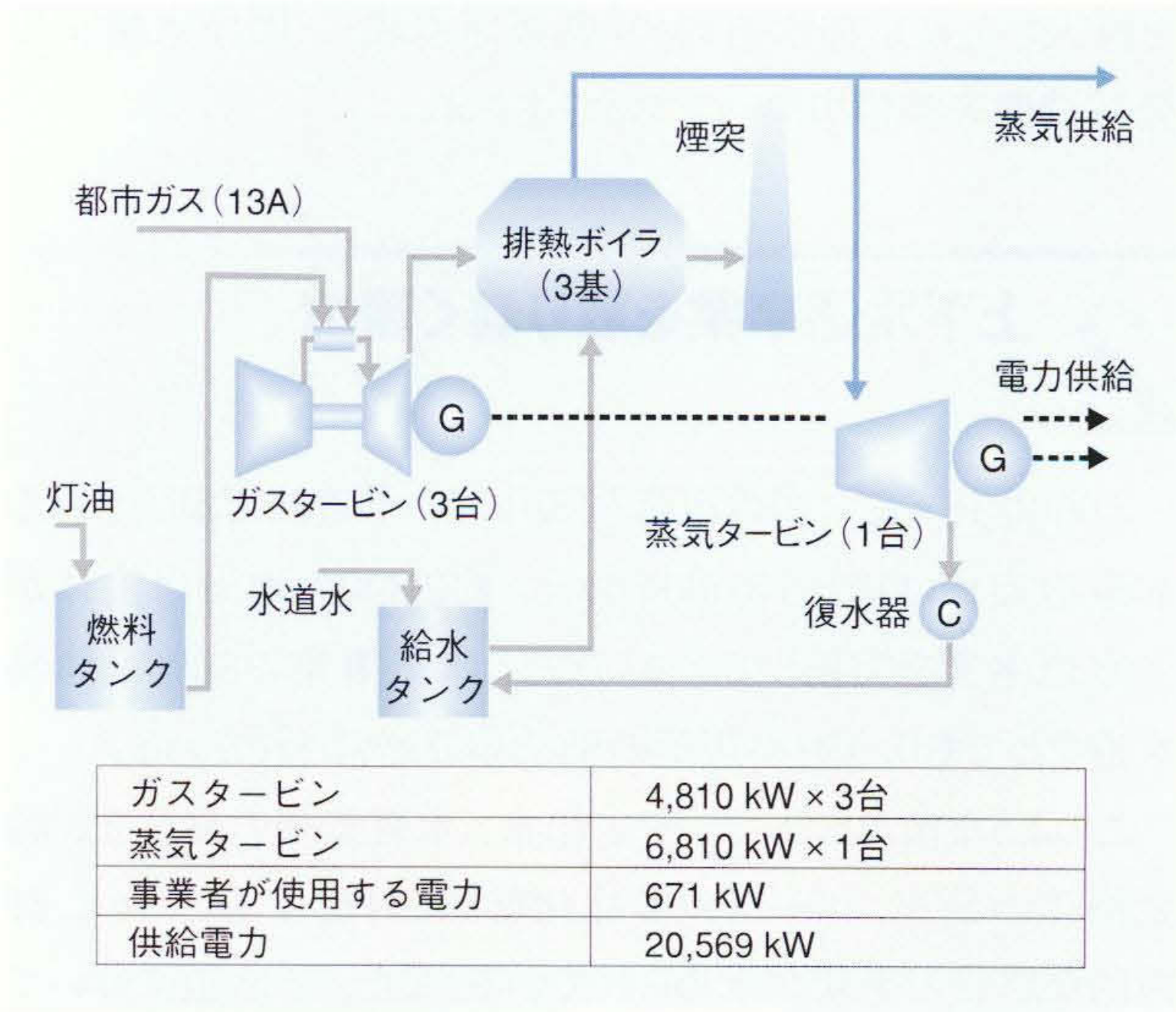
朝霞浄水場の発電システムの設備構成を図3に示す。平常時の燃料には都市ガス(13 A)を、非常時備蓄燃料には灯油をそれぞれ選定した。

浄水場の消費電力は、ベース負荷が1万5,000～1万8,000 kWで、ピーク時には2万5,000 kWが記録されている。非常時

表1 常用発電設備の送電端での必要発電効率

燃料種別ごとの省エネルギーとCO₂削減を実現するために必要とされる常用発電設備の送電端での発電効率を示す。

燃 料	省エネルギー率	CO ₂ 削減率
都市ガス(13 A)	40.2%	35.7%
灯 油	39.2%	46.2%
A重油	39.0%	47.0%



注:略語説明 G(Generator), C(Condenser)

図3 朝霞浄水場の発電システムの構成

朝霞浄水場の発電システムは、ガスタービン3台と蒸気タービン1台から成るコンバインドサイクル発電方式である。

要求出力1万6,000 kWは34℃で規定されているが、この非常時要求出力を15℃で評価すると約2万kWに相当する。このため、平常時の運用では部分負荷運転が要求されることから、この事業では、ガスタービンの運転台数を調整することにより、部分負荷運転時の効率低下を抑制した。

(2) 三園浄水場

三園浄水場の発電システムの設備構成を図4に示す。発電容量の規模を考慮し、ガスエンジンを採用した。非常時要求出力は3,200 kWと規定されている。浄水場の消費電力はベース負荷が3,000～3,200 kWであり、非常時要求出力とはほぼ同等である。

非常時備蓄燃料をLNG(液化天然ガス)にして、ガス専焼

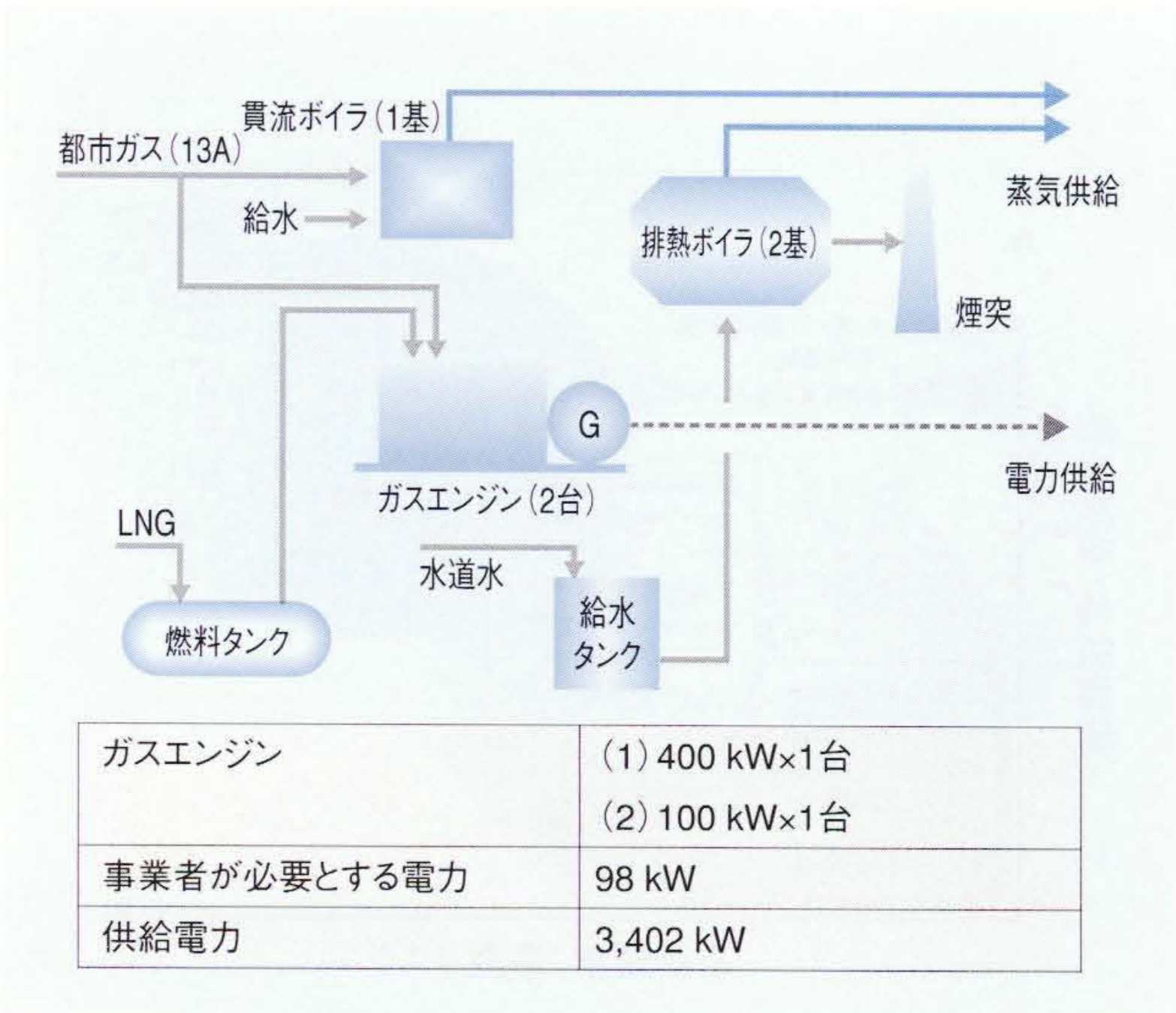


図4 三園浄水場の発電システムの構成

三園浄水場では、ガスエンジン2台から成るコージェネレーション発電システムと貫流ボイラを採用している。

エンジンとした。その結果、二元燃料機関に比べて効率を約5%上げることができた。

4.3 次亜塩素酸ナトリウム製造設備

浄水処理過程で使用する消毒剤には、従来、長期間の貯蔵が可能な液体塩素が使われていた。しかし今回は、安全性と信頼性を向上させるため、次亜塩素酸ナトリウムに転換し、この製造設備を浄水場内に設けることにした。

次亜塩素酸ナトリウムの有効塩素濃度は、貯槽タンク容量や移送設備容量などが小さくなる利点を考慮し、5%濃度とした。そのため、精製塩を原料とする隔膜式電解槽を採用した。

この設備では2,300 kg/d(有効塩素換算)以上の供給能力という条件を満たしているが、夜間電力を活用した運転や保守点検などの休止を考慮し、1,200 kg/dのシステムを4系統とした。

4.4 発生土有効利用事業

浄水場での発生土の有効利用事業は、土の加工と販売までの事業が組み合わされている点に特徴がある。事業内容としては、土の適性把握、各種調整による高付加価値化、大規模市場の選定、グリーン購入制度の利用による普及・拡販などが主となる。この事業により、東京都水道局の発生土有効利用率は、現状の約50%が約80%に改善される。

(1) 発生土の適性

浄水場からの発生土は、成分分析結果から、関東ローム層表土と考えられる。これは有機物や肥料成分(窒素、リン酸)が豊富であり、他の不足成分を補給することによって培養土として利用することができる。

(2) 事業構想

この事業で発生する年間の土量は、2万9,000 tである。これを、広く需要が見込まれる造園用・農業用として販売する計画である(図5参照)。

なお、他の用途についても検討中である。

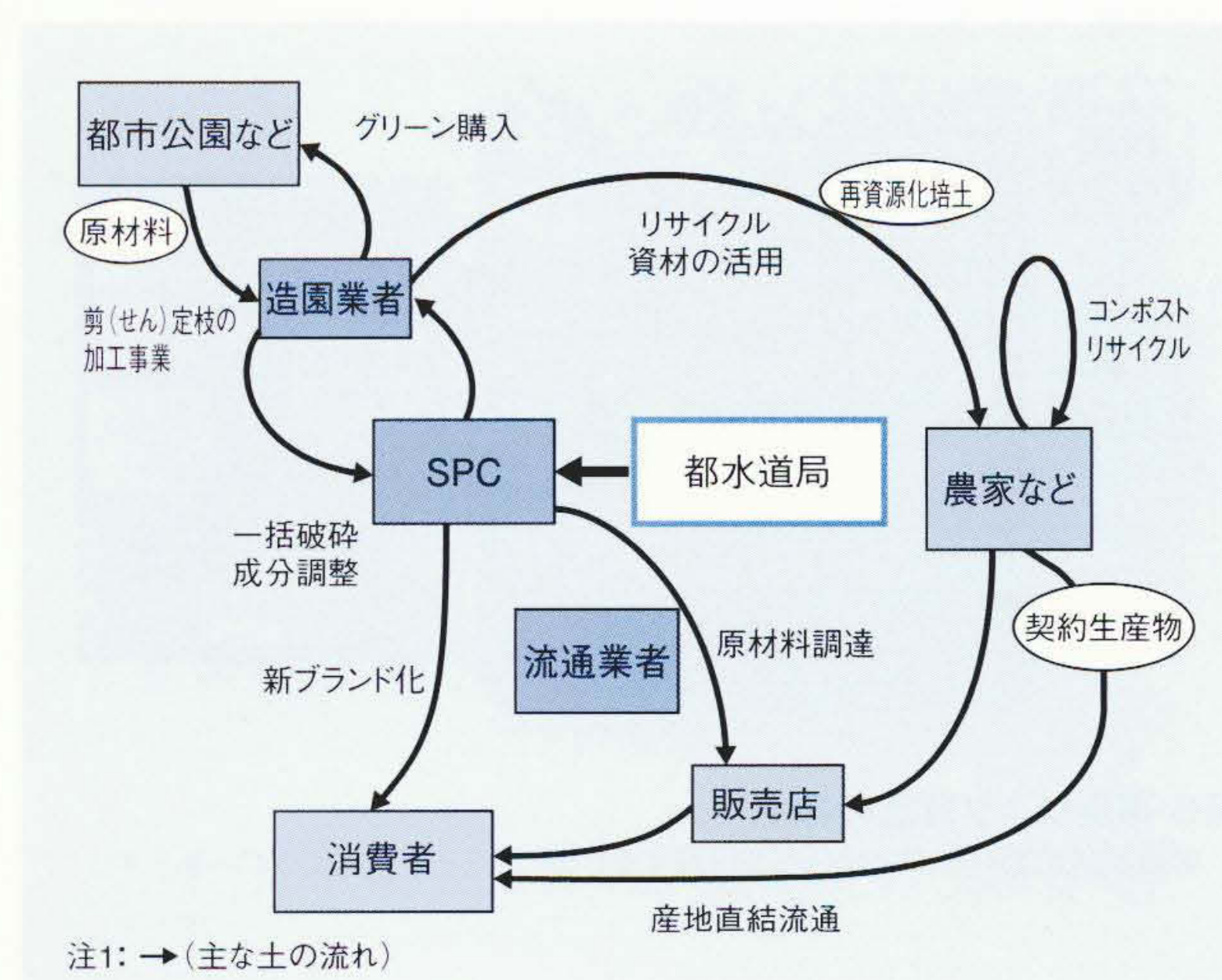
4.5 事業の運営

日立製作所は、このPFI事業の運営会社として「朝霞・三園ユーティリティサービス株式会社」を2001年9月に設立し、東京都との間で事業契約を締結した。

総事業費は20年間で539.4億円である。電力・蒸気、次亜塩素酸ナトリウム、および発生土の三事業については独立させた。その事業費はそれぞれ88%, 11%, 1%の比率である。

事業リスクとして考えられる各種の費用変動については、提案時の価格を基準として、各年次ごとに換算することが契約に盛り込まれている。

例えば、ガス料金は原料のCIF(運賃・保険料込み)価格に連動し、各種の経費は物価指数や勤労統計の値に、税金などは法の改定に従ってそれぞれ変動する。



注2:略語説明 SPC(Special-Purpose Company)

図5 発生土の事業化ビジョンと流通イメージ

発生土の事業化ビジョン、発生土有効利用のための加工・調整と流通イメージを示す。

このように各事業の独立性を保ち、リスクを明確化させることにより、PFI事業としての継続性を確実なものとする。

5 ソリューションビジネスの展開

5.1 PFI事業の事業収支計画

PFI事業は最長30年の事業計画を前提とし、全期間の事業収支計画を立てて、堅実な経営の見通しをつける。

建設する設備(減価償却資産)の耐用年数と償却方法を決め、各種の税金、保守費、社員の給与、事務所経費など、すべての費用を見積もる。この見積もり精度を上げることで、後述するリスク要因を小さくし、総事業費を縮減させることができる。さらに、借入金の返済方法や金利については、資本金との分担を考慮して検討する必要がある。

上記の各項目を固定的費用(資本費)と流動的費用(原料費など)に区分し、損益計算と資金収支計算から成る事業収支計画表を作成する。損益計算では、コスト比較によって利益が把握できる。一方、資金収支計算からはキャッシュフローが把握できる。

PFI事業に特徴的なプロジェクトファイナンスで資金を調達する場合は、事業計画そのものが評価の対象となる。借入金の返済能力の評価手法としては、DSCR(Debt Service Coverage Ratio)が有効である。この指標値は、返済期間を通して1.1以上であることが望ましい。

$$DSCR = \frac{\text{事業収入} - \text{経費}}{\text{借入金返済} + \text{支払利息}}$$

また、事業性の評価指標としては、IRR(Internal Rate of Return:内部収益率)が用いられる。

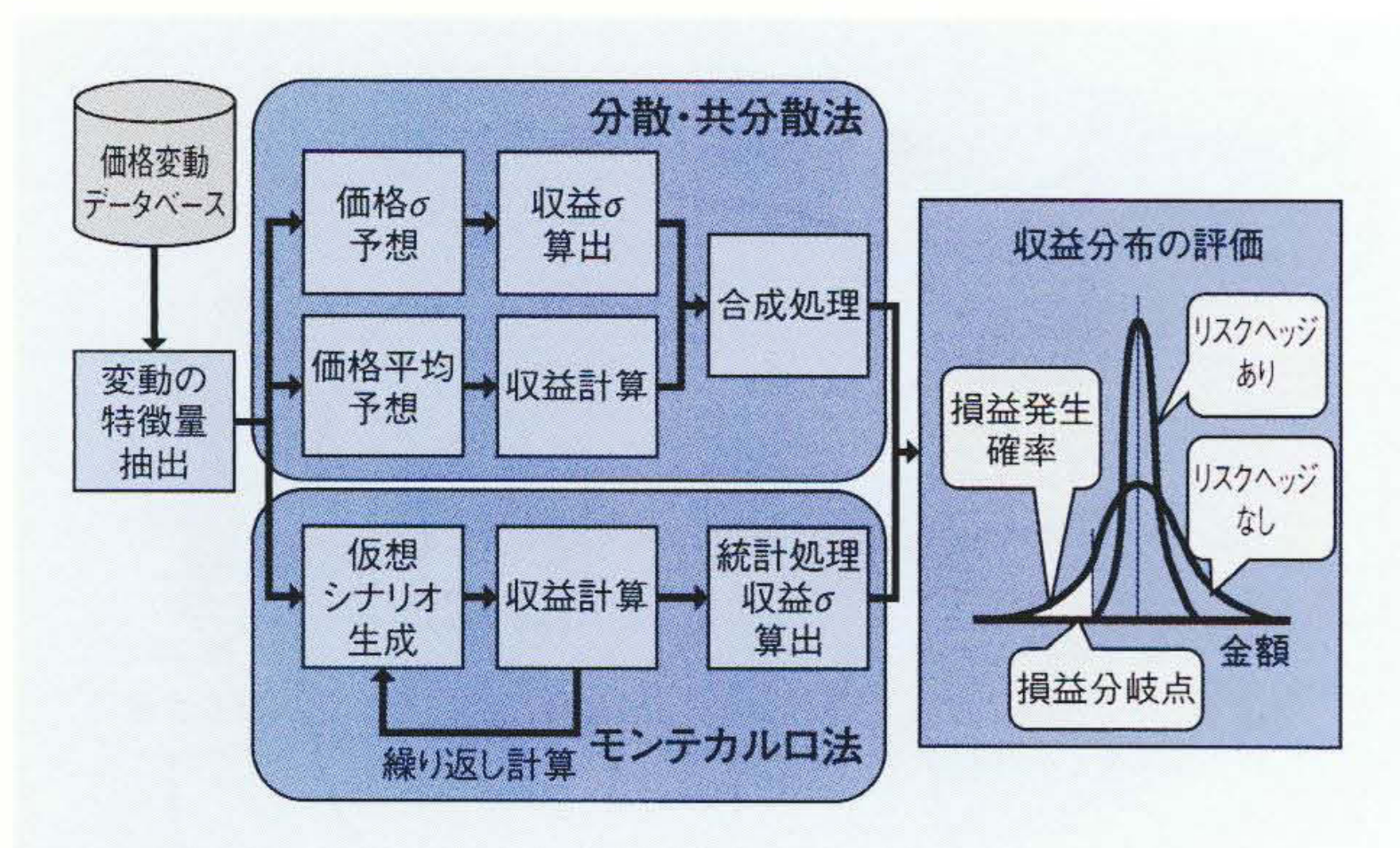


図6 事業リスク算定の概念

事業契約におけるリスクヘッジを検証するためのシミュレーションフローを示す。

5.2 リスク管理

電気事業法改正に伴う電力自由化の影響により、発電事業者は、燃料や電力の価格変動リスク、需要変動リスクに対応せざるをえなくなった。このため、これまで以上に事業リスクの高度な管理が求められる。公共分野でのPFI事業では、事業の安定性と継続性が重視されるため、自治体との協力によって事業リスクを管理することが大切である。

電力自由化で先行する欧米では、発電事業者のリスク管理手法として、金融工学が導入されている。この金融工学を応用した事業リスク管理は、わが国でも広がりつつある。

日立製作所は、金融部門と協力し、価格変動や需要変動に対するリスク管理手法を開発している。事業収益に対する価格変動リスクの影響を考慮する方法を図6に示す。価格変動のリスクは、将来予想される価格の分散または標準偏差の数値で表される。価格変動のリスク(分散)から事業収益のリスクを算出するためには、金融資産管理で用いられる分散・共分散法や、モンテカルロ法を用いる。

これらの手法を組み合わせ、主に設備の運用計画での事業リスクを評価し、事業運営に対するソリューションの提供に努めていく。

6 おわりに

ここでは、上下水道事業へのPFI手法導入について述べた。

PFI法の成立に伴い、PFI事業は今後急速に普及するものとする。そのためには、関連法規の整備や慣習の転換が必要である。例えば、上下水道事業では、公共サービスを民間業者にゆだねることに対する住民の意識改革、複雑な水利権や水環境問題、土地や設備の所有権の制限、支出に関する対応、公平なリスク移転、プロジェクトファイナンスの組み方などである。

日立製作所は、PFI事業や公共サービス分野の民間委託事業の推進に、これまでに蓄積した技術力やノウハウ、経験を加えて、「ベスト・ソリューション・パートナー」として社会に寄与していく。

参考文献など

- 1) 齋藤：世界における水道民営化の動きを考える、水道協会(1997～2000)
- 2) 中村：水道事業のサービス化の進展に伴う事業の視点、平成14年電気学会産業応用部門大会講演論文集
- 3) 内閣府 民間資金等活用事業推進室(PFI推進室) ホームページ, <http://www8.cao.go.jp/pfi/>
- 4) 英国政府 PFI Material ホームページ, <http://www.ogc.gov.uk/pfi/>

執筆者紹介



中村 弘

1971年日立製作所入社、電力・電機グループ 社会システム事業部 所属
現在、公共インフラストラクチャー設備の事業企画・推進に従事
E-mail: hiroshi_nakamura @ pis. hitachi. co. jp



伊藤 永一

1983年日立製作所入社、電力・電機グループ 社会システム事業部 PFI推進室 所属
現在、PFI事業の企画・エンジニアリング取りまとめに従事
日本機械学会会員
E-mail: eiichi_itou @ pis. hitachi. co. jp



森知 隆

1992年日立製作所入社、システム事業部 産業・流通システム本部 プラント・エネルギーシステム部 所属
現在、エネルギーシステムの取りまとめに従事
E-mail: morichi @ siji. hitachi. co. jp



大澤 陽

1992年日立製作所入社、電力・電機グループ 電力・電機開発研究所 第4部 所属
現在、発電設備用ソリューションの研究・開発に従事
日本機械学会会員
E-mail: you_oosawa @ pis. hitachi. co. jp