

# 長期修繕計画およびLCC算定システムの開発

## Development of Long-term Repair Planning and Life Cycle Cost Estimation System

川本 和彦\*1

木本 健二\*2

Kazuhiko Kawamoto

Kenji Kimoto

### 要旨

建築物の「長期修繕計画システム」と「LCC (Life Cycle Cost) 算定システム」の概要について報告する。まず開発システムの特徴とデータの収集、システムの展開について、そして開発システムの算定フロー、開発システムの試行と事例分析について述べる。長期修繕計画システムは、建物運用開始時に修繕計画として設定期間内の修繕および更新の内容、時期、費用を計画するものである。また新築時だけでなくリニューアル工事時にも対応可能なデータと機能を付加している。LCC算定システムは、企画および基本設計段階で、企画設計費、建設費のほか運用費や保全費、解体処分費を含めた建物の総費用 (LCC) を算定するものである。設備システムの選択は運用費や保全費の算定と連動しており、省エネシステムの採用効果を把握できるようになっている。

本システムはゼネコン11社の共同開発であり、豊富なデータおよび事例の収集を実現している。共同開発ではシステムの標準型の開発に留め、各企業は標準型の仕様を独自のデータやデザイン、仕様へ設定を変更できる。また寒冷地域や熱暑地域など、地域の状況に則した仕様項目や標準単価の設定が可能であり、組織や地域特性への柔軟な対応が可能なシステムである。

キーワード: 長期修繕計画 予防保全 LCC ランニングコスト 省力化

## 1. はじめに

建物の長寿命化や省エネルギー化への需要に伴って長期的な経済性に基づいた建物の企画・設計、運営管理が求められており、長期修繕計画の立案とLCCの算定が重要になってきた。しかしながら合理的な算定のための手順や根拠、それらに基づいた効率的な算定システムは十分に整備されていないのが実態である。本報では開発した「長期修繕計画システム」と「LCC (Life Cycle Cost) 算定システム」の概要について報告する。

システムの概要として、コンピュータ支援システムの特徴、システムが利用するデータベースについて説明する。次に長期修繕計画システムとLCC算定システムの操作フローと機能について説明する。最後に長期修繕計画とLCC算定の試行と事例分析について述べる。

## 2. システムの概要

長期修繕計画システムは建物運用開始時に、修繕計画として設定期間内の修繕および更新の内容、時期、費用を計画するものである。LCC算定システムは企画および基本設計段階で、企画設計費、建設費、修繕更新費、運用費、保全費、廃棄処分費を含む建物の供用期間にかかる総費用 (LCC) を算定するものである。

### 2.1 コンピュータ支援システムの特徴

両システムともに、算定過程では数値演算処理機能を、出力段階では集計表ならびにグラフの表示機能を必要とする。これらの要求条件を勘案して、本開発では汎用の表計算ソフトウェアを援用してシステム構築を行った。

システムは長期修繕計画システムおよびLCC算定システムともに、①建物概要や項目選択を行うデータ入力シート群、②集計表やグラフ表示を行う出力シート群、③算定に必要なデータを整理したデータベースシート群に区分される。特に入力シートは解りやすいGUI (Graphical User Interface) を実現し、効率的な入力を支援している。たとえば図2, 7, 8はデータ入力シートの例である。図3, 4, 5, 9, 10は出力シートの例である。

両システムともに、参考文献4)を基として、部位・部材項目ごとに修繕更新費に関する複合単価、修繕および更新周期、各種変換計数などをデータベースとして整理している。既往のシステムでは事務所ビルのみを対象としているもの(参考文献3)~4)参照)が多いが、本システムでは事務所ビル以外に集合住宅、ホテル、病院、量販店、倉庫の6用途に対応できるようデータを揃えている。またリニューアル工事時の計画や計画の修正にも対応できるように、一般に「カバー工法」や「かぶせ施工」といわれる既存部位や部材を撤去せずに被覆する構法データも整備している。現在、建築と設備で全529項目である。

\*1 東京本店 建築営業部 \*2 芝浦工業大学 建築工学科

本システムはゼネコンの共同開発である。共同開発の長所として豊富なデータおよび事例の収集があげられる。長期修繕計画やLCC算定においては、顧客や建物管理者に対して独自の計画内容を示すことと同時に、算定結果の妥当性を示すことも重要であり、共同開発による意義は大きい。また自主開発でシステムを構築しており、機能追加や操作性の向上などのシステム改善は容易である。なお本開発ではシステムの試行と算定精度分析を継続的に行っている。

共同開発ではシステムの標準型の開発に留め、各企業は標準型の仕様を独自のデータやデザイン、仕様へ設定を変更する手順を採用した。また同じ企業内でも寒冷地域や熱帯地域に関する仕様項目の追加や標準単価の設定など、地域によってもシステムの仕様を変更することも可能である。組織や地域特性への柔軟な対応が可能なシステムである。

## 2.2 長期修繕計画のフロー

長期修繕計画は、建物の運用開始時に、予防保全の観点から、対象建物の具体的な部位や部材、機器ごとの修繕と更新の内容、発生時期、発生費用を予測し、示すものである。図1に長期修繕計画の基本フローを示した。

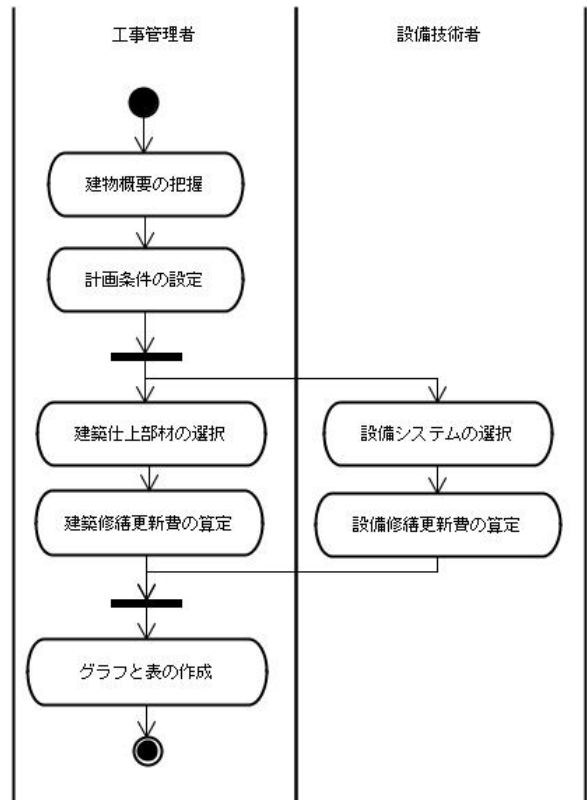


図1 長期修繕計画システムのフロー

(1) 建物概要ならびに計画開始年や計画年数、価格変動と金利の設定など、計画のための基本条件を設定する。価格変動に関しては参照文献4)の価格データを基に、修繕・更新の対象である部位・部材ごとに過去20年間の価格変動を一回帰分析し、将来の変動率を予測している。金利はユーザが自由に設定可能である。

(2) システムには、参照文献4)のデータを基に、修繕・更新が想定される部位・部材項目ごとに標準建設費単価や修繕周期、修繕率、修繕・更新単価係数の情報をデータベースとして整備している。

ユーザはデータベースの中から該当する修繕・更新部位もしくは部材を選択し、実施工数量を入力する(図2参照)。データベースの標準建設費単価が実情に合致しない場合は、採用単価として自由に変更できる。また修繕・更新対象の部位・部材がデータベースに存在しない場合は、ユーザが新たに項目を追加できる。データベースから類似項目を選択し、その内容を参照しながら新規項目を追加することも可能である。

(3) 本システムでは修繕・更新は一定の周期で発生するものとしているが、修繕・更新周期が対象プロジェクトに合致しない場合は、ユーザが自由に発生年を調整できる。その結果に基づいて、部位・部材ごとに修繕・更新タイムテーブルが表示される(図3参照)。

図2 部位部材項目の選択

図3 タイムテーブルの出力



(4) 計画期間に発生する修繕更新費が自動的に集計される。既往研究（たとえば参照文献4）と同様、建設費単価に修繕単価係数を乗じて修繕時の複合単価へ換算する。新築時の施工数量に修繕率を乗じて修繕時の施工数量へ換算する。両者を乗じて修繕費とする。建設費単価に更新単価係数を乗じて更新時の複合単価へ換算する。その結果に新築時の施工数量を乗じて更新費とする。

修繕更新費の算定結果に基づいてグラフが表示される。図4は、大分類：建築外部、建築内部、外構、電気設備、空調設備、衛生設備、搬送設備の7区分で毎年の支出を棒グラフ、累計費用を折れ線グラフで表示したものである。特に集合住宅において求められる修繕積立金累計もあわせて表示することも可能である。中分類、小分類集計も出力可能である。また修繕更新費のほか、運用費と保全費を合わせて表示可能なグラフも出力可能である（図5参照）。

(5) 長期修繕計画を実施するための組織表や委託業者一覧を挿入可能であり、建物利用の手引書ともなる。

### 2.3 LCC算定のフロー

LCC算定は、企画もしくは設計段階において、建物規模や構造、建築および設備に関する基本仕様に基づいて、建物全体のLCCを予測し、示すものである。本システムでは、最大3つまで計画案を設定し、算定結果を比較することができる。

本システムにおけるLCC算定の費目は企画設計費、建設費、修繕更新費、運用費、保全費、廃棄処分費の6費目である。算定に際して、建設費は躯体費と建築仕上費、設備費に分け、修繕更新費は建築修繕更新費と設備修繕更新費に分けている。図6にLCC算定の基本フローを示した。

(1) 最大3つまでの計画案に対して建物概要や計画開始年、計画年数、価格変動と金利の設定などの計画条件を設定する（図7参照）。

(2) 躯体費の算定：内訳は仮設工事費と土地業費、純躯体費である。いずれも各工事単価に延床面積を乗じて算定する。各単価は、本開発の参加ゼネコンでの実績ならびに参照文献2)に基づいて、RC造、SRC造、S造の3構造種別かつ6用途別に設定されている。

(3) 建築仕上費と建築修繕更新費の算定：ユーザは計画案毎に建築部位・部材を選択し、採用比率を入力する（図8参照）。数量は部位・部材ごとに建築面積や延床面積を用いて採用比率に基づいて概算される。建築仕上費は項目毎に単価に概算数量を乗じ、集計する。修繕更新費は長期修繕計画システムにおける算定方式と同様である。

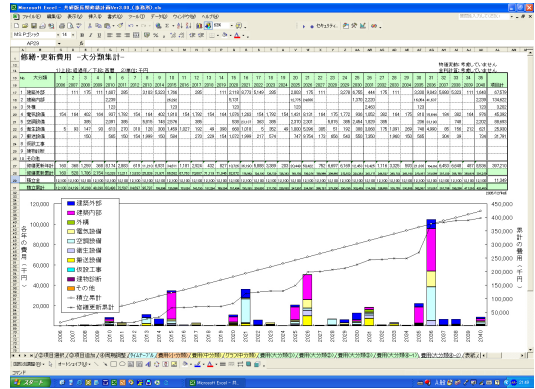


図4 長期修繕更新費グラフの出力

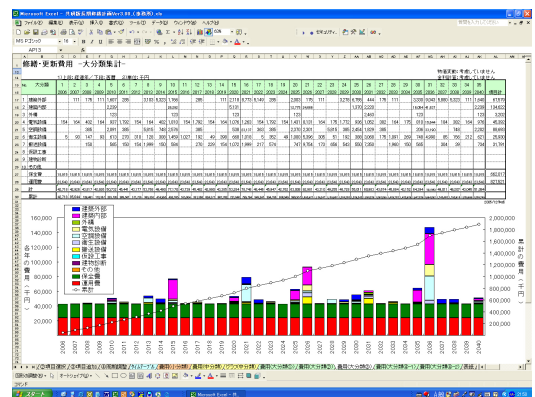


図5 長期修繕更新費グラフの出力（運用費他含む）

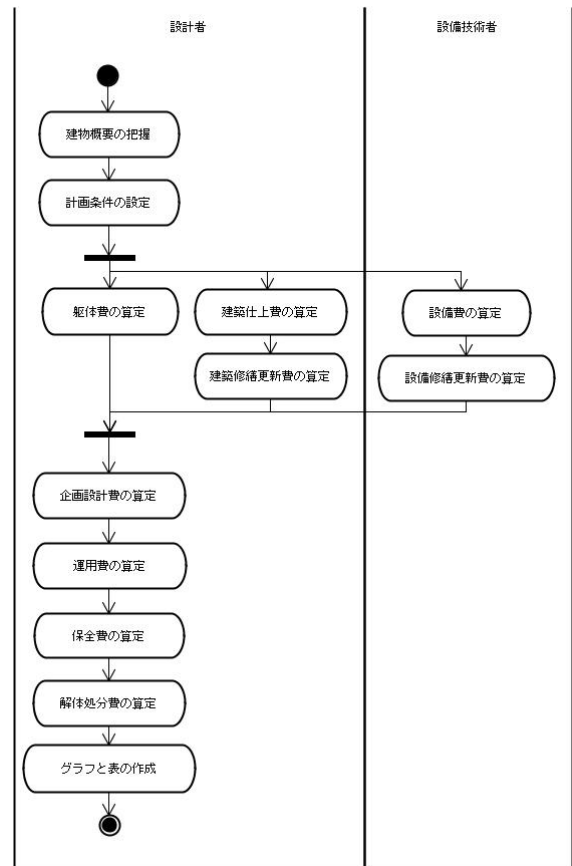


図6 LCC算定フロー



### 3. 長期修繕計画とLCC試算の分析

開発に携わったゼネコン共同で、集合住宅7件、事務所ビル10件について試算ならびに分析をおこなった。集合住宅の内訳は住戸数40戸程度：2件、70～90戸：3件、110戸程度：2件の合計7物件である。いずれもRC造民間分譲マンションで、建物供用期間の費目は共用部のみを対象とした。事務所ビルは延床面積3,000㎡未満：4件、3,000㎡以上10,000㎡未満：4件、10,000㎡以上：2件の合計10物件である。構造別に分類するとS造：3件、RC造：3件、SRC造：3件、柱SRC・梁S造：1件の構成となっている。建物所在地は事務所の1件（宮崎県）を除き、すべて東京都・神奈川県・千葉県・埼玉県の首都圏であり、建物の竣工年は1993年～2003年である。なお省エネルギー性の極めて高い設備システムの採用事例は入っていない。

(1) 長期修繕計画における修繕更新費の分析：更新年数の多くが35年未満であることを考慮し、検討期間を35年に設定した場合の実際の建設費に対する修繕更新費の割合（修繕更新費試算結果／建設費実績値）を図11（集合住宅）と図12（事務所）に示す（注1参照）。集合住宅・事務所ビルとも、建物ごとに修繕更新費に占める割合が異なる傾向にあることがわかる。これは物件ごとに構工法および設備機器類が異なること、ならびに試算者の判断のばらつきなどに起因するものと考えられる。しかしながら修繕更新費の合計では、集合住宅で建設費の50～80%に、事務所ビルで70～100%にそれぞれ分布し、建物の規模による差異は大きくない。平均すると、集合住宅の場合：建設費の65%、事務所ビルの場合：82%である。

(2) LCC算定における構成比率の分析：建物供用年数の実態は様々であるが、現実的な事例として検討期間を50年と設定した場合のLCC算定結果を図13（集合住宅）と図14（事務所ビル）に示す。大項目毎の構成比率を表しており、集合住宅、事務所ビルとも若干のばらつきがあるものの、概ね一定の構成比率になっている。ばらつきの要因として、構工法および設備機器類が異なること、試算者の判断のばらつき以外に、事務所ビルでは警備方式、清掃内容などの違いが保全費の差異としてあらわれていることを指摘できる。平均すると集合住宅の場合、建設費：36%、修繕更新費：29%、運用費：1%、保全費：25%であり、事務所ビルの場合、それぞれ19%、30%、22%、26%である。

(3) LCC算定における傾向分析：LCC算定システムによる建設費の算定値と実績値の比較結果を、図15（集合住宅）

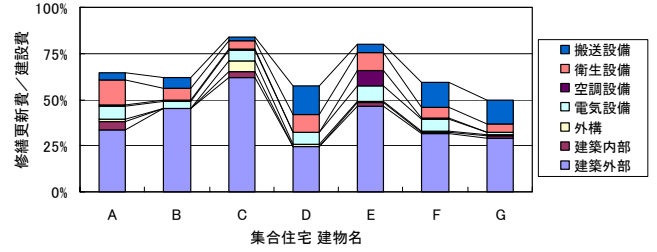


図11 長期修繕計画算定結果（集合住宅/35年）

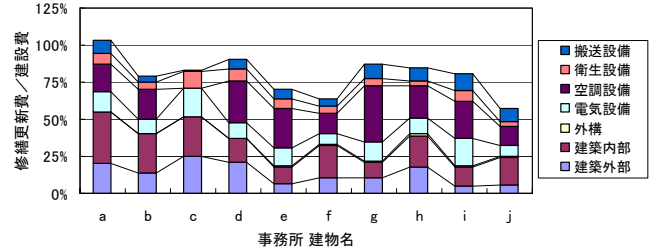


図12 長期修繕計画算定結果（事務所/35年）

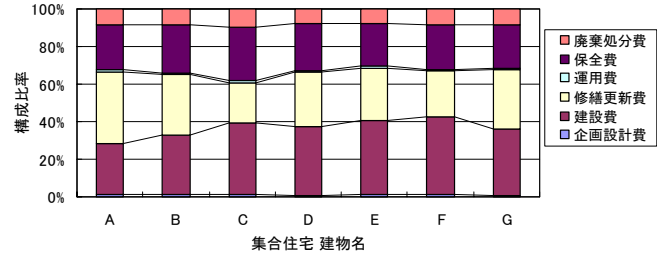


図13 LCC算定結果（集合住宅/50年）

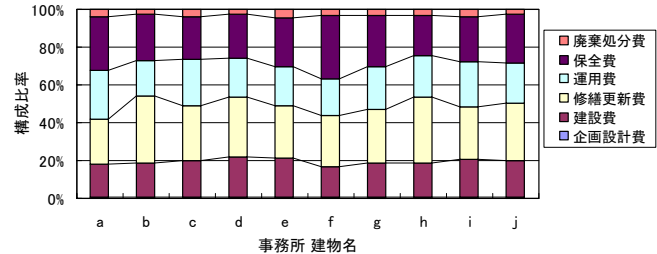


図14 LCC算定結果（事務所/50年）

と図16（事務所ビル）に示す。一部で建物規模が大きい場合にずれが生じるものの、概ね一致していることがわかる。集合住宅の場合、一般的に実績値より若干高めの算定結果となっている。事務所ビルにおける回帰式は実績値のそれによく近似している。

検討期間を35年とした場合の修繕更新費の、長期修繕計画システムによる算定値とLCC算定システムによる算定値の比較結果を図17（集合住宅）と図18（事務所ビル）に示す。建物規模が大きい場合にずれが生じるものの、概ね傾向は一致していることがわかる。

検討期間を50年とした場合のLCC傾向を図19（集合住宅）と図20（事務所ビル）に示す。集合住宅の場合は戸数、

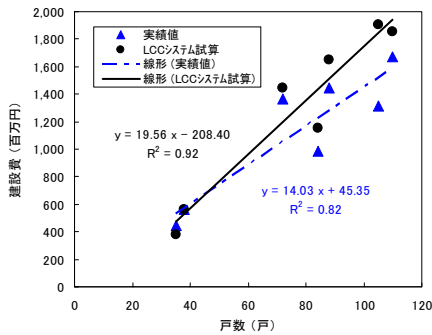


図 15 建設費の比較分析(集合住宅)

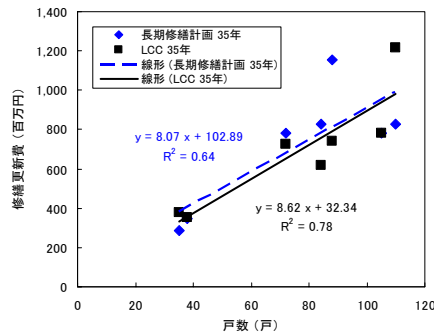


図 17 修繕更新費の比較分析(集合住宅)

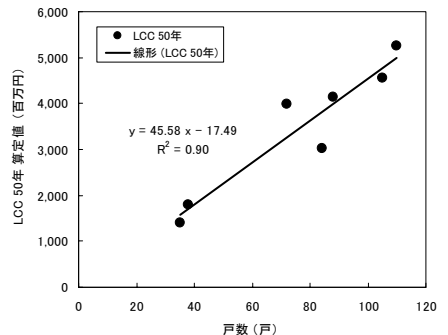


図 19 LCCの傾向分析(集合住宅)

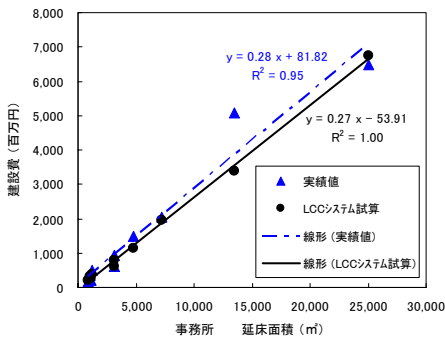


図 16 建設費の比較分析(事務所)

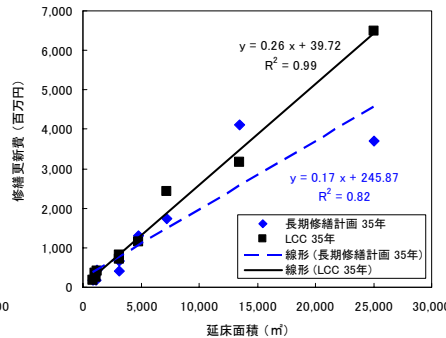


図 18 修繕更新費の比較分析(事務所)

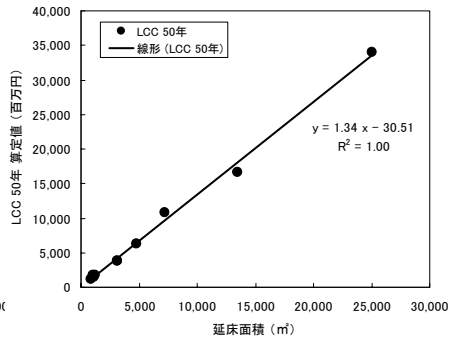


図 20 LCCの傾向分析(事務所)

事務所ビルの場合は延床面積がLCCと非常に高い相関関係にあることがわかる。

#### 4. まとめ

長期修繕計画システムおよびLCC算定システムの構成、算定フローと各種機能、集合住宅および事務所ビルを対象とした試算分析について報告した。

汎用ソフトウェアを用いたコンピュータ支援システムの構築は、長期修繕計画ならびにLCC算定業務の省力化とともに、さまざまな条件に対応可能な柔軟なシステムの構築を実現している。また共同開発により、開発の効率化や、概算精度の信頼性と向上にも有効であった。

試算分析を通して、建物用途ならびに規模に則した特徴をみることができた。今後は、更なる算定精度の向上、建物形状の考慮、躯体修繕の考慮および地球環境への影響分析を進める必要がある。

#### 注釈

- 1) 図8における事務所Cは空調別途工事により空調費のみデータ欠落。
- 2) 本開発は下記ゼネコン11社の共同によるものである。青木あすなる建設、浅沼組、大木建設、鴻池組、西武建設、銭高組、大末建設、鉄建建設、東洋建設、飛鳥建設、ピーエス三菱(五十音順)。

#### 参考文献

- 1) (社)東京都建築士事務所協会：建築士事務所の業務報酬算定指針、2003
- 2) 建設工業経営研究会：建設工事原価分析情報、大成出版、1999.4
- 3) (社)建築業協会：ライフサイクルコスト(LCC)略算プログラム、2000.3
- 4) BELCA:建築物のLC評価用データ集(改訂第3版)、2002.4
- 5) 建築設備技術者協会：竣工設備データ集ELPAC、1999
- 6) 空気調和・衛生工学会：空気調和・衛生工学便覧、2002

#### 参考文献

- 1) (財)国土開発技術研究センター：保全・耐久性向上技術の経済性評価手法、技報堂出版、1986.7
- 2) (財)建築保全センター：改訂建築物のライフサイクルコスト、(財)経済調査会、2000.5
- 3) 田島、角田、小松：施設管理におけるライフサイクル計画に必要な更新費の算定手法に関する研究、日本建築学会計画系論文集第540号、pp.243-249、2001.2
- 4) 杉田、藤上、村川、西名、西本：事務所建築における維持管理状況を考慮したライフサイクルコスト算出に関する基礎的研究、日本建築学会計画系論文集第541号、pp.185-191、2001.3
- 5) 木本、萩原、斉藤、関谷、山本：建築物の長期修繕計画システムおよびLCC算定システムの開発(その1~5)、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1327-1336、2004.8