



第1編 分散型電源の導入計画と将来展望

第1講 分散型発電システムの現状と今後の展望

柏木 孝夫 [東京農工大学 大学院微生物システム応用科学研究所 教授]

1. エネルギー需給構造の現状	5
1.1 総合需給部会における検討	5
1.2 エネルギー需給の見通し	5
1.3 CO ₂ 排出量の問題	6
2. 省エネルギーの推進	7
2.1 省エネルギー推進の条件	7
2.2 省エネルギー推進における金融機関の役割	8
2.2.1 日本の金融機関の現状	8
2.2.2 プロジェクトファイナンスの重要性	8
2.3 省エネルギー推進のための公共投資の導入	10
3. 新エネルギー	10
3.1 新エネルギーの普及における課題	10
3.2 新エネルギー普及のための手段	11
3.3 新エネルギーにおける世界と日本の関係	12
4. 今後の施策	13
4.1 新エネルギーの現状	13
4.2 クォーター制、RPSの導入	13
4.3 EUの施策	14
4.4 ポートフォリオの重要性	15

第2講 コージェネレーションシステムの現状と将来展望

伊東 弘一 [大阪府立大学 大学院工学研究科機械系専攻 教授]

1. 日本におけるエネルギー供給形態の現状と見通し	21
2. 古代ローマ帝国におけるコージェネレーション	23
3. 海外におけるコージェネレーションの導入状況	25
4. 日本におけるマイクロコージェネレーションの現状と評価	29
5. マイクロコージェネレーションの課題と最適化手法の導入	34

第3講 マイクロコージェネレーションシステムの評価

加藤 丈佳 [名古屋大学 理工科学総合研究センター 助手]

鈴置 保雄 [名古屋大学 理工科学総合研究センター 教授]

1. はじめに	43
2. 従来のコージェネレーションシステムの省エネルギー性の評価	44
2.1 コージェネレーションシステムの評価ツール	44
2.2 コージェネレーションシステムの導入評価	46
2.2.1 運転パターン	46
2.2.2 1次エネルギー、CO ₂ 削減量	49
2.2.3 地域熱供給システムへのコージェネレーションシステム導入	50
3. 住宅用マイクロコージェネレーションシステムに関するシステム評価	53
3.1 住宅用マイクロコージェネレーションシステムの現状	54
3.2 住宅用マイクロコージェネレーションシステムの検討事項	54
3.3 分オーダーの給湯負荷パターンを用いた住宅用マイクロコージェネレーションシステムの評価	55
3.3.1 戸建住宅における給湯負荷パターンの特徴	55
3.3.2 評価モデルの構成・運用方法	55
3.3.3 評価モデルの定式化および評価項目	58
3.3.4 運転パターン	58
3.3.5 蓄熱容量	59
3.3.6 1次エネルギー削減率	63
3.3.7 設備利用率	64
3.3.8 逆潮流が不可能な場合のマイクロコージェネレーションシステム導入の可能性	64
3.3.9 給湯負荷パターンによる貯湯槽容量の評価の違い	65
4. 導入側からみた検討課題	67
4.1 負荷データの整備	67
4.2 最適運転制御の確立	67
4.3 系統への電力逆潮流	67
4.4 系統発電機に対する代替性	68
5. 給湯負荷の実測に基づく住宅用マイクロコージェネレーションシステムの構成の評価	69
5.1 検討の背景	69
5.2 給湯負荷の実測	69
5.3 給湯負荷の熱量の算定	73
5.4 給湯負荷原単位の比較	74
5.5 住宅用マイクロコージェネレーションシステムの設備構成の評価方法	74
5.6 補助熱源なしの場合の設備容量	76
5.7 補助熱源ありの場合の設備容量	77
5.8 負荷パターンによる評価の相違	79
5.9 給湯負荷の平準化効果	81



5.10 考察	82
5.10.1 運転形態	82
5.10.2 補助熱源	83
5.10.3 貯湯槽容量	83
6. エネルギーシステム全体の省エネルギー性から見たマイクロコージェネレーションシステムの評価	83
6.1 背景	83
6.2 計算方法	84
6.3 計算条件	84
6.4 計算結果	85
7. まとめ	89

第4講 マイクロコージェネレーションシステムの導入計画と採算性

中塚 勉〔㈲エヌイーアール 代表取締役／㈱タクマ マイクロタービン事業部 技術顧問〕

1. マイクロコージェネレーションシステムの市場状況	93
1.1 日本のエネルギー事情	93
1.2 コージェネレーションシステム導入促進の背景と効用	94
1.3 コージェネレーション市場の現状	100
1.4 マイクロコージェネレーションシステムの市場	102
1.5 マイクロコージェネレーションの特徴	105
1.6 マイクロコージェネレーションの市場予測	108
2. マイクロコージェネレーションの主要機器の特徴	113
2.1 マイクロコージェネレーション用原動機の種類と特徴	113
2.2 往復動内燃機関の特徴	114
2.3 ディーゼルコージェネレーションの特徴	116
2.4 ガスエンジンコージェネレーションの特徴	118
2.5 マイクロタービンコージェネレーションシステムの特徴	125
2.6 固体高分子形燃料電池(PEFC)の特徴	134
2.7 コージェネレーションの排熱回収	142
3. マイクロコージェネレーションの分散型電源への導入計画	147
3.1 コージェネレーションの経済性検討	147
3.2 コージェネレーションの経済性検討用データ	153
3.3 建物別電力・熱負荷の設定	160
3.4 マイクロガスタービン導入の一例	164
3.5 施設別マイクロタービンの導入の検討例	164
3.6 施設別マイクロガスエンジンコージェネレーションの導入の検討例	165

第2編 各種分散型電源システムの最新動向

第1講 燃料電池の開発動向とコージェネレーションなどへの応用・市場展望

本間 琢也 [燃料電池開発情報センター 常任理事/筑波大学 名誉教授]

1. 燃料電池の原理と特徴	179
1.1 原理	179
1.1.1 燃料電池とは	179
1.1.2 燃料電池の動作原理	179
1.1.3 燃料電池の種類	179
1.1.4 燃料電池の反応	181
1.2 燃料改質	181
1.3 システムの概要	182
1.3.1 水蒸気改質	182
1.3.2 吸熱反応	182
1.3.3 触媒	183
1.3.4 変成反応	183
1.3.5 部分酸化法	183
1.4 併用式	184
1.4.1 併用式のシステム	184
1.4.2 最近の研究動向	185
1.5 特徴	185
1.5.1 燃料電池の効率	185
1.5.2 熱力学上の関係	185
1.5.3 理想効率	186
1.5.4 燃料電池の定格	187
1.5.5 スケール、コージェネレーション	187
1.6 課題	188
1.6.1 効率の考え方	188
1.6.2 発熱量換算	188
1.6.3 コンバインサイクル	188
1.6.4 コンバインサイクルの実例	189
2. 燃料電池の種類と開発動向	189
2.1 PAFC(りん酸形燃料電池)	190
2.1.1 PAFCの概要	190
2.1.2 現状	190
1) 費用	190
2) 設備	190
2.1.3 実例	191



2.2	溶融炭酸形燃料電池(MCFC)	192
2.2.1	概要	192
2.2.2	実例	193
2.2.3	アメリカの実例	195
2.3	固体電解形燃料電池(SOFC)	196
2.3.1	概要	196
2.3.2	実例	197
2.4	固体高分子形燃料電池(PEFC)	198
2.4.1	概要	198
2.4.2	Nafion膜	199
2.4.3	実例	199
3.	燃料電池の市場展望	200
3.1	自動車などの移動体の動力源	201
3.2	定置式発電システム	201
3.3	電子機器用ポータブル電源	202
4.	エネルギー事業の自由化と燃料電池の市場	202

第2講 固体酸化物燃料電池のコージェネレーションへの応用

安田 勇 [東京ガス㈱研究開発部 基礎技術研究所水素システムプロジェクトチーム 主幹研究員]

1.	はじめに	209
2.	各種燃料電池の特徴比較	209
2.1	燃料電池の電荷担体と動作温度	209
2.2	SOFCの動作原理	209
2.3	SOFCの内部改質	211
2.4	SOFCのその他の特徴	212
2.4.1	発電効率	212
2.4.2	高温排熱の活用	213
2.4.3	形状自由度	213
1)	平板型	213
2)	円筒型	214
3.	構成材料	215
3.1	電解質	215
3.2	カソード	216
3.3	アノード	217
3.4	インタコネクタ	217
3.5	その他の構成材料	217
4.	電池システムの構成	218
4.1	コージェネレーションシステムの概要	218
4.2	燃料予備改質の必要性	219
4.3	予備改質の実例	219

4.4	水蒸気の利用	220
4.5	複合発電システムの組合せ	220
5.	高効率化のポイント	222
5.1	効率の考え方	222
5.2	燃料電池の理論効率と実際	222
5.3	発熱量基準	223
5.4	高効率化のポイント	223
6.	SOFCの研究開発動向	224
6.1	日本における開発状況①	224
6.2	SOFCの開発実例	226
6.3	日本における開発状況②	226
6.4	日本における開発状況③	228
6.5	日本における開発状況④	228
6.6	日本における開発状況⑤	229
7.	SOFCの世界における開発状況	230
7.1	Siemens Westinghouse Power 社の実績	230
7.2	コージェネレーション試験機	233
7.2.1	25kWクラスのコージェネレーション試験機	233
7.2.2	100kWクラスのコージェネレーション試験機	233
7.3	コンバインによる超高効率発電	234
7.4	コスト削減への取り組み	235
7.5	今後の実証プログラム	235
8.	小型システム開発	237
8.1	家庭用コージェネレーションシステム	237
8.2	家庭用コージェネレーションシステムの分析	238
8.3	その他の開発状況	239
9.	将来への期待	240
10.	参考図書	241

第3講 家庭用PEFCのコージェネレーションシステムの開発と応用

尾本 敏孝 [元大阪ガス(株)開発研究部 技術推進室 担当部長]

1.	はじめに	247
2.	固体高分子形燃料電池(PEFC)	247
2.1	PEFCの開発経緯	247
2.2	燃料電池の種類	248
2.3	燃料電池の適用市場	248
2.4	日本における最終エネルギー消費の傾向	249
2.5	PEFC(固体高分子形燃料電池)	251
2.5.1	PEFCの特徴	251



2.5.2	PEFCをめぐる一般動向	252
2.5.3	国内における定置型、携帯型PEFCの開発	252
2.5.4	海外における定置型、携帯型PEFCの開発	253
2.6	各業界の燃料電池の取り組み	253
2.6.1	自動車業界の取り組み	253
2.6.2	ポータブル電源に対する家電業界の取り組み	254
2.7	NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)技術開発プロジェクト	254
2.7.1	NEDO技術開発プロジェクトの開発体制	254
2.7.2	NEDO助成事業	255
3.	家庭用PEFCの開発状況	258
3.1	PEFCコージェネレーションシステム構成と特徴	258
3.2	家庭用燃料電池システム構成	258
3.3	家庭用PEFCコージェネレーションシステム	260
4.	商品コンセプトおよび目標仕様	260
4.1	2005年商品化開発目標仕様	260
4.2	家庭用PEFCコージェネレーションの効率・環境性	261
4.3	主な技術開発項目	262
4.4	大阪ガス(株)での技術開発への取り組み	263
4.5	家庭用と自動車用のPEFC比較	264
5.	PEFC用改質装置の開発と実用化のための課題	265
5.1	燃料改質装置の原理と特徴	265
5.2	都市ガス改質プロセス	266
5.3	OG(大阪ガス)式燃料電池用リフォーマーの特徴	267
5.4	OG式PAFC用改質プロセス	269
5.5	CO選択酸化触媒の原理とポイント	269
5.6	CO除去器触媒の開発	269
5.7	OG式複合反応器	269
6.	潜在市場と今後の開発計画	273
6.1	家庭用PEFC潜在市場(大阪ガス(株)管内)	273
6.2	住宅用太陽光発電導入数と導入補助	274
6.3	国の燃料電池導入目標	274
6.4	目標価格と初期販売目標	274
6.5	PEFC普及促進のための環境整備	275
6.6	PEFC開発スケジュール	276

第4講 災害対応用燃料電池発電システムの開発事例

三角 好輝 [栗田工業(株) 新事業推進本部事業企画部 エネルギーチーム]

1.	はじめに	281
2.	災害対応用燃料電池の概要とコンセプト	281

3. 環境負荷の低い燃料電池発電設備	282
3.1 発電の原理とエネルギー効率	282
3.2 燃料電池の構成と仕様	284
3.3 システム図	285
3.4 災害対応用燃料電池発電設備の全景	286
3.5 上部より見た災害対応用燃料電池発電設備	287
3.6 フロー図	288
3.7 燃料電池の使用実績	288
3.8 燃料電池導入前後のCO ₂ 排出量	290
3.9 通常時・災害時の運転方法	291
4. 災害用設備の仕様	293
4.1 飲料水製造装置	293
4.2 災害用設備配置	295
4.3 殺菌水製造装置	296
4.4 シャワー	296
4.5 中水利用設備	298
4.6 照明・コンセント設備	298
5. 設備導入支援策	299
6. 燃料電池用新水処理システム	301
6.1 従来の水処理システム	301
6.1.1 システムの概要と問題点	301
6.1.2 具体的な問題点	302
6.2 問題点の解決方法	302
6.3 新水処理システム(KCDI®)	303
6.3.1 システムの概要	303
6.3.2 実例	304
6.3.3 システムの特徴	305
6.3.4 プロセス	305
6.3.5 イオン交換樹脂の機能	306
6.3.6 純水ができる過程	307
6.4 処理結果	308
6.5 デミナー方式との比較	309
7. 災害時の地元への協力体制	310

第5講 マイクロガスタービンの開発状況と技術的課題

伊藤 高根 [東海大学 工学部生産機械工学科 主任教授/副工学部長]

1. はじめに	317
2. マイクロガスタービン出現の背景	317
2.1 需要の増大	317
2.2 技術的シーズの進展	318



3. ガスタービンエンジンの開発経緯	318
3.1 ガスタービンエンジン開発小史	318
3.2 大型ガスタービンエンジンの性能向上技術	319
3.3 小型ガスタービンの開発経緯	321
3.3.1 自動車用ガスタービン	321
3.3.2 ハイブリッド車	323
4. マイクロガスタービンの構造上の特徴と開発状況	325
4.1 マイクロガスタービンの特徴	325
4.2 マイクロガスタービンの構造上の特徴	325
4.3 開発状況	326
4.3.1 Honeywell Power Systems 社	326
4.3.2 Capstone Turbine Corporation 社	328
4.3.3 Ebara/Elliott Energy Systems 社	328
4.3.4 Turbec 社	329
4.3.5 Ingersoll-Rand's NREC 社	329
5. 性能向上と技術的課題	330
5.1 メンテナンス性	330
5.2 マイクロガスタービンの用途	331
5.3 ガスタービンの性能を決めるパラメーター	332
5.4 技術的課題	332
5.4.1 エンジン熱効率向上	332
5.4.2 排気の清浄化	334
5.4.3 騒音の課題	334
5.4.4 コスト	334
6. おわりに	336

第6講 木質系バイオマスによる発電・熱供給システム

渡邊 裕 [新エネルギー・産業総合開発機構 (NEDO) 環境技術開発室 調査専門員/
 (株)東芝 電力システム社 事業開発担当 担当部長]

1. はじめに	339
2. 温暖化対策における木質系バイオマス活用の意義	340
2.1 再生可能エネルギー利用による分散型発電・熱供給(CHP)システムの 必要性	340
2.2 COP3目標への具体的対応	341
2.3 経済成長予測値に基づくCO ₂ 排出量の推移と対策内容	341
2.4 非化石燃料(原子力+新エネルギー)による5,100万kWh分担の内訳	342
2.5 2001年6月新エネルギー部会報告について	342
2.6 各国におけるエネルギー総供給量に占める再生可能エネルギーの割合	344
3. 国内外における木質系バイオマス利用	346
3.1 海外における木質系バイオマス利用	346



- 3.1.1 海外における木質系バイオマス利用の現状.....346
- 3.1.2 海外における木質系バイオマス利用発電プラント例.....348
 - 1) フォルサの発電プラント例.....349
 - 2) ロイエットの発電プラント例.....350
- 3.2 国内における木質系バイオマス利用.....350
- 3.3 フォルサ(フィンランド)のCHPプラント.....351
 - 3.3.1 CHPプラントの概要.....351
 - 3.3.2 CHPプラントの技術の現状.....353
- 4. 木質系バイオマス利用技術の流れ.....355
 - 4.1 バイオマス利用形態の分類.....355
 - 4.2 木質系・草本系バイオマスエネルギーの利用技術.....356
- 5. 当面の取るべき活動について.....357
 - 5.1 木質系バイオマスの利用効果実証の重要性.....357
 - 5.2 国内木質系バイオマスエネルギー賦存量の把握.....358
 - 5.3 地域と連携した木質系バイオマス利用の研究.....359
 - 5.3.1 バイオマス利用の事例.....359
 - 5.3.2 森林系バイオマス燃料の集荷供給事業.....361
 - 5.3.3 木質系バイオマス利用CHPの事業成立性の検討.....361
- 6. バイオマスの展望.....363
 - 6.1 政府による再生可能エネルギー導入支援検討の開始.....363
 - 6.2 アメリカのRPS(Renewables Portfolio Standard)とEUのRECS(Renewable Energy Certificate System)の内容.....363
 - 6.3 予想される政策的支援導入.....365
 - 6.4 事業実施への支援：NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)による導入促進補助の例.....366

第7講 太陽光発電に関する現状と課題

小川 健一郎 [新エネルギー・産業総合開発機構(NEDO) 太陽技術開発室長]

- 1. 太陽光発電はなぜ必要か(循環型経済社会の構築に向けたオプション).....373
- 2. 太陽光発電システム技術開発の経緯(サンシャイン計画、ニューサンシャイン計画).....374
- 3. 太陽光発電システムの導入状況と普及拡大への課題について.....376
- 4. 太陽光発電システムの経済性について.....378
- 5. 太陽光発電システムのさらなる普及拡大を進めるには.....380
- 6. 太陽光発電システムの普及は社会に何をもたらすのか.....381

第8講 安定した電力資源として認識されつつある風力発電

清水 幸丸 [三重大学 工学部 教授/学長補佐]

1. 世界の風力資源	385
2. 風力発電所の設備容量	386
3. 世界の風力市場シェア	388
4. 世界の風力開発	388
4.1 ヴェスタス社の例	389
4.2 エネルコン社の例	391
4.3 ラガウェイ社の例	392
5. 風力発電電力1kWh当たりの価格	393
6. 日本の風力開発(北海道苫前町の例)	394
6.1 北海道苫前町の風力発電所の概要	394
6.2 風力発電所建設の必要最低条件	395
6.3 日本の風力発電の現状	397
7. 騒音問題	400
8. コストの変遷	404
9. まとめ	405

第3編 分散型電源における系統連系技術

第1講 分散型電源の導入形態と系統連系における技術課題およびその対策

石川 忠夫 [財電力中央研究所 需要家システム部 上席研究員]

1. はじめに	413
2. 分散型電源の概要	413
2.1 分散型電源とは	413
2.2 分散型電源の特徴	413
2.3 分散型電源の系統連系	415
3. 分散型電源の種類	415
3.1 自然エネルギー	415
3.1.1 太陽光発電システム	415
3.1.2 風力発電システム	417
3.1.3 小水力発電システム	418
3.2 化石燃料	419
3.2.1 回転機コージェネレーションシステム	419
3.2.2 マイクロガスタービンの構成	419
3.2.3 燃料電池発電システム	420

1) 燃料電池の出力特性	420
2) 燃料電池の種類	421
3.3 未利用エネルギー	423
3.3.1 廃棄物発電	423
3.3.2 バイオマス発電	423
4. 分散型電源の種類と系統連系形態	424
4.1 交流発電機とインバータ	424
4.2 交流発電機(回転機)とインバータの連系上の相違	425
4.2.1 力率調整	425
4.2.2 インバータの高調波発生、系統事故時過電流、保護機能	425
4.2.3 系統事故時過電流	426
4.2.4 保護機能	426
4.2.5 起動時突入電流	426
4.3 逆潮流の有無	427
4.4 系統連系の相違	428
5. 系統連系技術課題と対策	428
5.1 現状配電系統への分散型電源系統連系に関する検討課題	428
5.1.1 供給信頼度確保	429
5.1.2 電力品質の確保	429
5.1.3 安全の確保と設備の保全	429
5.1.4 電源設置者側の要求	429
5.2 分散型電源側での対策	429
6. 系統連系技術要件ガイドライン	430
6.1 目的と基本的考え方	430
6.2 系統連系技術要件ガイドラインで適用される発電設備	431
6.3 系統連系技術要件ガイドラインの整備状況	431
6.4 解説・技術指針	433
6.5 1998年3月改訂のポイント	433
6.6 系統連系技術要件ガイドラインの連系区分	433
7. 連系区分ごとの技術要件制定事項	435
7.1 技術要件の概要	435
7.2 保護協調①	436
7.3 保護協調②	437
7.4 単独運転現象	438
7.4.1 単独運転とは	438
7.4.2 単独運転の防止対策	439
7.4.3 単独運転検出方式	440
7.5 保護継電器	441
7.5.1 低圧配電線連系：インバータ	441
7.5.2 高圧配電線連系	442
7.6 線路無電圧確認装置	443
7.6.1 線路無電圧確認装置とは	443

- 7.6.2 線路無電圧確認装置の省略条件444
- 8. 電圧変動445
 - 8.1 常時電圧変動許容範囲446
 - 8.2 常時電圧変動対策446
 - 8.3 瞬時電圧変動許容範囲と対策447
 - 8.4 高調波の問題448
 - 8.4.1 高調波の抑制448
 - 8.4.2 高調波に対する規定448
 - 8.5 短絡容量の制限448
- 9. 分散型電源大量導入時における課題450
 - 9.1 現状の課題の困難化450
 - 9.2 今後の対応策451

第2講 分散型電源におけるインバータおよび系統連系技術

岡土 千尋 [東芝ITコントロールシステム(株) 産業システム事業部 コンサルタント]

- 1. はじめに457
- 2. 太陽光発電用インバータ技術457
 - 2.1 インバータの種類457
 - 2.1.1 動作原理による分類457
 - 2.1.2 絶縁方式による分類459
 - 2.1.3 連系方式による分類460
 - 2.2 各種トランスレスインバータと特徴461
- 3. PVインバータの制御と保護463
 - 3.1 加重平均効率463
 - 3.2 低圧配電システムのガイドライン465
 - 3.2.1 逆変換装置内部の保護・遮断機能465
 - 3.2.2 単独運転防止機能466
 - 3.2.3 交流系統への直流分の流出防止466
 - 3.2.4 電圧の適正値の維持466
 - 3.2.5 発電設備の電気方式466
 - 3.3 インバータの効率評価467
- 4. トランスレスPVインバータの商品開発468
 - 4.1 インバータ仕様468
 - 4.2 単相3線PVインバータの方式468
 - 4.3 インバータの性能・検証結果468
 - 4.3.1 インバータの効率468
 - 4.3.2 出力電流高調波/直流分流出保護468
 - 4.3.3 地絡保護470
 - 4.3.4 人体への影響471
 - 4.3.5 その後の開発472

5. ACモジュールとストリングインバータ	476
5.1 ACモジュール	476
5.2 ストリングインバータ	477
6. 燃料電池のインバータ	478
6.1 燃料電池のインバータの主回路方式	478
6.2 マイクロタービン	478
7. 単独運転検出装置の動向と開発	480
7.1 単独運転状態とは	480
7.2 単独運転検出装置の検出条件	481
7.3 単独運転検出機能の種類	482
7.3.1 受動的方式	482
7.3.2 能動的方式	482
1) 周波数シフト方式	482
2) その他の能動的方式	484
7.4 単独運転検出装置の選定	485
7.5 単独運転検出装置の詳細	486
7.5.1 負荷インピーダンスチェック方式	486
7.5.2 負荷変動方式	487
7.5.3 無効電力変動方式	488
7.5.4 高調波電圧急変検出方式	489
1) 高調波電圧急変検出方式の試験結果	489
2) 柱上トランス励磁電流と磁束の関係	489
7.5.5 有効電力変動方式	492
8. 太陽光発電用インバータの新しい単独運転検出保護	492
8.1 各種の単独運転検出保護	492
8.2 新しい能動的方式(スリップモード周波数シフト方式)の動作原理	494
8.2.1 単独運転中の電圧と周波数	494
8.2.2 スリップモード周波数シフト方式の周波数特性	495
1) インバータと負荷の位相特性	495
2) スリップモード周波数シフト方式の負荷条件	497
8.3 シミュレーションとその結果	499
9. 同期発電機用単独運転検出装置の開発	502
9.1 QCモード周波数シフト方式の基本構成	502
9.2 QCモード周波数シフト方式の動作原理	502
9.3 シミュレーション結果	504
10. おわりに	512